

a b d - a l i l a h a . a b u g h a n e m

General GEOLOGY

العامية الجيولوجيا

الجزء النظري

أ.د. عبدالإله أحمد أبو غانم

استاذ مسح وتصنيف الأراضي

كلية الزراعة - جامعة صنعاء

المغنى

دار
الكتاب
والعلم

بسم الله الرحمن الرحيم

الجيولوجيا العامة
GENERAL GEOLOGY

* الجيولوجيا العامة
* الأستاذ الدكتور: عبد الأله ابو غانم

الطبعة الأولى ٢٠٠٧

منشورات:



المملكة الأردنية الهاشمية
عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحوص التجاري
تلفاكس: ٠٠٩٦٢٦٤٦٤٧٥٥٠
خلوي: ٠٠٩٦٢٧٩٥٢٦٥٧٦٧
ص ب: ٧١٢٧٧٣ عمان ١١١٧١ - الأردن
E-mail: dardajlah@yahoo.com



المملكة الأردنية الهاشمية
عمان - شارع الملك حسين مجمع الفحوص التجاري
هاتف: ٩٦٢ ٦ ٤٦٥٧٩٥١
فكس: ٩٦٢ ٦ ٤٦٥٧٩٥٢
ص ب: ١٨٤٠٣٤ عمان ١١١١٨ - الأردن
E-mail: daralmuataz@yahoo.com

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية ٢٠٠٥/١٢/٢٨٤٢
* رقم الإجارة المتسلسل لدى دائرة المطبوعات والنشر ٢٠٠٦/١/٥٤٠

* جميع الحقوق محفوظة للناشر. لا يُسمح بإصدار هذا الكتاب، أو أي جزء منه، أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات، أو نقله بأي شكل من الأشكال، بدون إذن خطي من الناشر.
All rights Reserved. No Part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, Or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.

الجيولوجيا العامة

الجزء النظري

GENERAL GEOLOGY

تأليف

الأستاذ الدكتور

عبدالله أحمد أبو غانم

أستاذ مسح وتصنيف الأراضي

قسم الأراضي والميكنة

كلية الزراعة - جامعة صنعاء

المعتمد
للنشر والتوزيع



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ومن آياته أنك ترى الأرض خاشعة فإذا أنزلنا عليها الماء اهتزت
وربت إن الذي أحياها لمحيي الموتى إنه على كل شيء قدير﴾

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى: من عاش شريفاً ومات عزيزاً إلى من كرس جهده وبذل أقصى ما
في وسعه في بناء الأجيال وكان لها أباً ومعلماً ونبراساً يضيء لها
الطريق إلى الخير والسعادة والرفق.

إلى: من زرع المحبة والمودة والإخاء في قلوب الآخرين، إلى من أسس
أول حركة تعاونية مبادئها التكافل والتعاون والبناء.

إلى: من كان دوماً نصيراً للحق والعدالة ووقف في وجه الظلم وأعوانه،
وصار على خطاه الشجعان أمثاله..

إلى: مثلي الأعلى والذي .. الأستاذ: أحمد حميد أبو غانم شهيد الواجب
والوطن.

المؤلف

المقدمة

أ.د/عبد العزيز المقلح

عندما نراجع، نحن المشغولين باللغة وآدابها، أبعاد التطور الذي لحق بالعلوم التطبيقية البحتة نكاد نصاب بالذهول للقفزات الهائلة التي تحققت على هذا الصعيد وللنتائج الكبيرة التي يجنيها الإنسان من وراء تطور هذه العلوم التي تعتبر في أغلبها حديثة نسبياً إذ يرجع ظهورها المتقدم إلى أواخر القرن الثامن عشر. ومنها علم الجيولوجيا الذي يعتبر أحد العلوم الأساسية ذات التطبيقات الواسعة في أكثر من مجال كالزراعة والتعدين .. الخ.

وتجدر الإشارة إلى أن العرب في عصور نهضتهم الزاهرة قد أسهموا في اكتشاف أوليات بعض هذه العلوم، وكانوا قد عرفوا الجيولوجيا وقدموا فيها وجهات نظر ما تزال موضع تقدير كما فعل - على سبيل المثال - ابن سينا (980هـ - 1037م) في مؤلفه عن المعادن ووصفها وطريقة استخراجها وكما فعل أيضاً البيروني (973هـ - 1048م) في دراساته بالغة الأهمية والخاصة بقياس محيط الأرض وتتبع ظاهرة المد والجزر.

ومع ذلك تبقى المكتبة العربية القديمة والحديثة على السواء فقيرة من الكتب العربية للتأليف والمنشأ حول علم الجيولوجيا هذا العلم الوثيق الصلة بالأرض وحتى بعد أن اتسع الاهتمام بالعلوم وشرعت الجامعات العربية في تشجيع البحث العلمي وما تزال العناية بهذا الجانب محدودة والقليل من الكتب الصادرة في هذا المجال تنقصها في معظم الأحيان المنهجية والدقة في استيعاب المصطلحات والعمل على تقريب منهجها للقارئ وللقارئ المتخصص أساساً.

والذين قرؤوا هذا الكتاب من الباحثين المتخصصين في هذا المجال، وهم أساتذة مشهود لهم بالكفاءة العلمية وبوضع الدرجات العلمية للترقيات الجامعية يؤكّدون أن أبحاثه العلمية تحمل إضافات كثيرة وأن الأستاذ الدكتور / عبد الإله أحمد أبو غانم مؤلف للكتاب قد بذل جهداً طيباً وموفقاً في التعريف بهذا العلم في شمولية ومنهجية عالية.

والدكتور عبد الإله أبو غانم من خلال معرفتي الشخصية به مشغوف بالأرض دائم التواصل معها وهو يحرص في المحاضرات التدريسية مع طلابه أن تكون تطبيقية بحتة وأن تعتمد الواقع أكثر من اعتمادها على المعلومات النظرية والمعارف الموجودة في الكتب، ولعل ما ينقصنا في جامعاتنا وفي حياتنا أن نعمل على توثيق الصلة بين النظرية والتطبيق وخاصة في مجال العلوم، لكي نتمكن من اللحاق بالآخرين والاستفادة من العلم الحديث بكل منجزاته الهائلة.

أشكر الدكتور/ عبد الإله أبو غانم على هذا الجهد المتميز الذي يتجلى في هذه الباكورة العلمية الأكاديمية متمنياً له وكلية الزراعة التوفيق والنجاح، والله من وراء القصد..

كلية الآداب - جامعة صنعاء

في 19/6/1998م

المحتويات

رقم الباب	الموضوع	رقم الصفحة
	الباب الأول: علم الجيولوجيا تطوره وأهميته	7
	1. تعريف علم الجيولوجيا	7
	2. تطور تاريخ علم الجيولوجيا	7
	3. الأحقاب الجيولوجية.	8
	4. أهمية علم الجيولوجيا في المجال الزراعي.	9
	الباب الثاني: مكونات القشرة الأرضية	11
	1. للصخور (أنواعها - خواصها).	11
	2. للمعادن (أنواعها - تكوينها).	35
	الباب الثالث: العمليات الجيولوجية الخارجية	79
	1. التجوية.	80
	2. للتعرية.	88
	3. للترسيب.	95
	الباب الرابع: العمليات الجيولوجية الداخلية	101
	1. العمليات البطيئة.	101
	2. العمليات السريعة.	116
	الباب الخامس: علاقة الجيولوجيا بالعلوم الزراعية	121
	1. طبقة الوشاح الصخري (الحطام الصخري).	122
	2. عوامل وعمليات تكوين التربة وتأثيرها على مادة الأصل.	124
	قائمة المراجع	129
ملحق (1)	: معجم المصطلحات الجيولوجية. (عربي - إنجليزي)	131
ملحق (2)	: قاموس للمصطلحات الجيولوجية. (إنجليزي - عربي)	161

الباب الأول علم الجيولوجيا، تطوره وأهميته

علم الجيولوجيا:

هو ذلك العلم الذي يتناول دراسة مكونات القشرة الأرضية وتضاريس سطحها والتراكيب الجيولوجية المكونة للأرض والعوامل والمؤثرات في تكوين سطح الأرض.

تطور تاريخ علم الجيولوجيا:

بدأ الإنسان منذ القدم في التفكير حول طبيعة وتكوين الكوكب الأرضي وأهم الصخور والمعادن وذلك لتلبية متطلباته للبناء وصناعة وسائل الإنتاج.

وأول من عرف كروية الأرض هم الإغريق من 280-332 ق.م أما العرب فقد اهتموا بدراسة الجيولوجيا بعد الإسلام ومنهم ابن سينا (980هـ-1037م) حيث كتب مؤلفاً عن المعادن ووصفها. وكذلك البيروني (973-1048م) الذي قام بدراسات عن قياس محيط الأرض وسجل ظاهرة المد والجزر.

غير أن الجيولوجيا كعلم غير كلاسيكي ظهر في أواخر القرن الثامن عشر حيث قدم العالم الإنجليزي جيمس هاتون (James Hutton) ونظريته الشهيرة في علم الأرض حيث أشار إلى أن هناك عمليات هدم وبناء وتعتبر مستمرة ومتشابهة في الماضي والحاضر وبالتالي تقدم بنظريته القائلة أن الحاضر هو مفتاح الماضي وتبعه عدد من العلماء ليضيفوا معلومات جديدة وقيمة لمراحل الدراسات الجيولوجية المختلفة.

وكوننا زراعيين فسنركز دراستنا على الأنواع الرئيسية للصخور والأنواع المختلفة من المعادن الهامة في الزراعة إضافة إلى معرفة العمليات الجيولوجية الداخلية والخارجية والتي تؤثر في تضاريس سطح الأرض وتكوين الرسوبيات التي تتكون منها التربة الزراعية بعد تأثير عوامل وعمليات تكوين التربة على هذه الرسوبيات.

الأحقاب الجيولوجية

هناك أربعة أحقاب رئيسية هي:

- الحقب الأول (Paleozoic) أي حقب الحياة القديمة.
- الحقب الثاني (Meisozoic) أي حقب الحياة الوسطى.
- الحقب الثالث (Tertiary).
- الحقب الرابع (Quaternary).

ويسمى الحقب الثالث والرابع بالحقب (Cainozoic) أي حقب الحياة الحديثة ويتميز بالحفريات وليس له مكان معين كما أن كل حقب ممكن تقسيمه إلى عدة أنظمة انظر الجدول (1-1).

وتعتبر دراسة الأحقاب الجيولوجية مهمة في معرفة تاريخ الأرض، والاستدلال التقريبي على نوعية وعمر الصخور.

هذا وتقسم الأحقاب الجيولوجية إلى أدوار وعصور على نفس الأسس التي يقوم عليها تقسيم الزمن الجيولوجي العام إلى أحقاب. ويرى بعض العلماء

عمليات وعوامل تكوين التربة عليها تتحول تلك المعادن الأولية إلى معادن ثانوية يستطيع النبات أخذ العناصر الغذائية لنموه منها، لذلك كان من الضروري على أخصائي الزراعة أن يتناول في دراسته على الأكل تلك الجوانب الهامة من علم الجيولوجيا والتي منركز عليها في مقررنا هذا. وذلك كون العمليات الجيولوجية الخارجية (التجوية - التعرية - النقل - الترسيب) تلعب دوراً هاماً في تكوين ما يعرف بالمواد الرسوبية، والتي تتكون منها التربة بعد تأثير عوامل وعمليات التربة على المواد الرسوبية، وتعتبر المواد الرسوبية التربة في الزمن صفر.

كما تساعد الدراسة الجيولوجية الأخصائيين الزراعيين في معرفة التركيب المعدني لمادة الأصل التي تتكون عليها للتربة المختلفة، وبذلك يمكن التكهّن عن خواص الخصوبة للترب من خلال معرفة التركيب المعدني الذي يعطينا معلومات هامة حول نوع المعادن المتكونة وكمياتها ودرجة تجويتها، ولذا فإن دراسة الجيولوجيا مهمة وخاصة للمعلومات المرتبطة بعمليات التجوية والتعرية والترسيب.

الباب الثاني مكونات القشرة الأرضية

يتكون سطح القشرة الأرضية من مواد معدنية أو عضوية صلبة غير متفككة والتي تكون ما يعرف بالصخور أي أن الصخر عبارة عن مادة صلبة يتكون جيولوجيا من معدن أو أكثر، وعند حدوث تجوية داخلية لمكونات الصخر قد تتفرد منها معادن مختلفة حسب التكوين المعدني للصخر، وإذا حدثت تجوية كيميائية شديدة للصخر فتنحول بعض المعادن الأولية المكونة للصخر إلى معادن ثانوية بينما تظل المعادن الأكثر مقاومة للتجوية في صورتها الأولى أي تظل في شكل معدن أولية ولكنها تفككها يتكون ما يعرف بالرسوبيات.

والمعدن هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة (معادن أولية) أو مفككة وحدث لها تحول (معادن ثانوية) وتتكون من عنصر كيميائي أو أكثر، وسنتناول المعادن بالتفصيل بعد دراسة أنواع الصخور الرئيسية وطريقة تكوينها وخواصها.

أولاً: أنواع الصخور الرئيسية.

الصخر هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة تكونت جيولوجياً من معدنين أو أكثر وأحياناً من معدن واحد مثل الرخام المتكون من الكالسيت والكوارتزيت المتكون من معدن الكوارتز ولقد نشأت (تكونت) جميع أنواع الصخور المختلفة من صهير الماجما المنبثق من جوف الكرة الأرضية ونتيجة لاختلاف تأثير العوامل التكوينية للصخور (ضغط - حرارة - تجوية - تبلور - ترسيب - تصلب - تحول) تكونت عدة أنواع مختلفة من الصخور (أنظر دورة

الصخور شكل (2-1)) ولكنها من حيث النشأة تتكون ثلاث أنواع رئيسية من الصخور .

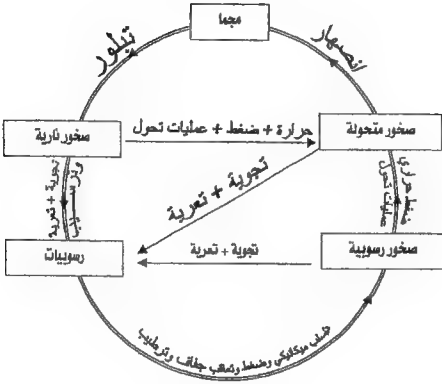
لذا نجد أنه من حيث النشأة قُسمت الصخور إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي الصخور النارية، والصخور المتحولة، والصخور الرسوبية، وتقسم كل مجموعة إلى تحت مجموعات استناداً إلى الاختلاف في النشأة أو نوع العوامل المؤثرة أو حسب التركيب المعدني والبلوري في التكوين أنظر شكل (2-2).

1. الصخور النارية: (البركانية) "Igneom rock"

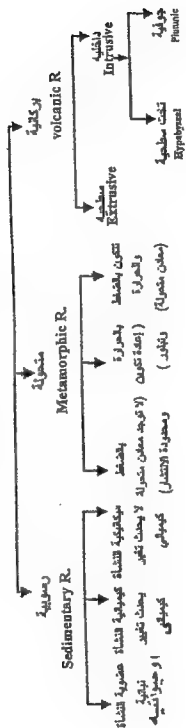
الصخور النارية هي تلك الصخور التي تكونت من تصلب وتبلور صهير الماجما المنبثق من باطن الأرض على سطح الأرض أو جوفها أو تحت سطح الأرض (أنظر الشكل 2-3) لذا فإنه من حيث النشأة تصنف الصخور النارية إلى ثلاثة أنواع هي:-

صخور نارية سطحية "Extrusive"

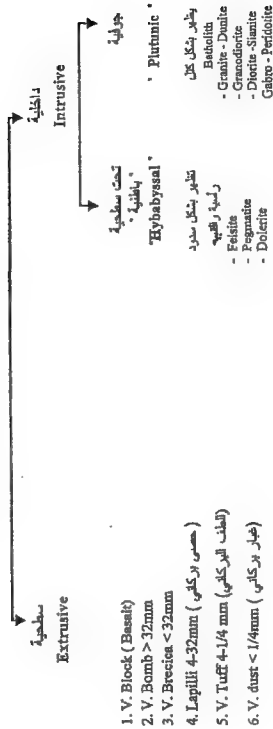
شكل رقم (2-1)
تكون الأنواع المختلفة من الصخور
(نورة الصخور)



(شكل ٢-١) : تصنيف الصخور الرئيسية



(شكل ٢-٣) تصنيف الصخور البركانية



- صخور نارية تحت سطحية (الوسيطية) (Hyabyssal)
"Intrusive Ign. Rock"
- صخور نارية جوفية "Plutonic Ign. Rock"

(الصخور الناري السطحية "Extrusive Igneus R."

الصخور النارية السطحية هي تلك الصخور النارية التي تكونت تقريباً على سطح الكرة الأرضية وتتميز ببثورات صغيرة نتيجة التبريد السريع لصهير الماجما بسبب وجود اختلاف كبير بين درجة حرارة الماجما ودرجة حرارة الجو وقد يحدث أحياناً عند انبثاق الماجما على السطح خروج بلورات سبق تبلورها سابقاً وعندما يبرد على السطح تتكون هذه البلورات في صهير الماجما وعددها يكون قليل (أي البلورات) ولذا تظهر على هيئة بلورات مدفونة في جسم غير متبلور ويسمى نسيج الصخر في هذه الحالة بورفيرى "Porphyritic" بينما نسيج للصخر الناري الكامل المتبلور — "Holocry Staline Structure".

ومن أكثر الصخور النارية السطحية شيوعاً هي صخور البازلت "Basalt" ويمكن تقسيم الصخور النارية السطحية من حيث بعدها عن الفوهة البركانية إلى خمسة أقسام هي:

1) الكتل البركانية "Volcanic Blocks"

وهي عبارة عن أحجام كبيرة أو متوسطة لصخور نارية سطحية غير متطايرة ذات وزن نوعي كبير ونسجه دقيقة وقاعدية (45-52% سيليكاً) قائمة

اللون ومن أمثلتها البازلت "Baslat" والزجاج البركاني "Obsidian" والحجر الخفاف "Pumice".

(2) القنابل البركانية "Volcanic Bombs"

وهي عبارة عن صخور بركانية سطحية متطايرة "Pyroclastic" ذات شكل مستدير بحجم القنابل اليدوية ذو شكل كروي وتُقذف هذه الصخور عند انبعاث البراكين وحجمها أكبر من 32 مم.

(3) البريشيا البركانية "Volcanic breccia"

وهي عبارة عن صخور نارية سطحية متطايرة حادة الزوايا ذو قطر 32 مم أو أكثر.

(4) اللابيلي "Lapilli" (الحصى البركاني) لوبيبات.

عبارة عن صخور نارية سطحية متطايرة محدبة الزوايا ذات قطر 4-32 مم وتوجد على مسافة مختلفة من الفوهة البركانية (حسب قوة البركان).

(5) الرماد البركاني "Volcanic Dust"

عبارة عن رماد بركاني دقيق يتكون من جسيمات لا يزيد قطرها عن ¼ ملليمتر وتترسب هذه الجسيمات على مسافة بعيدة جداً من الفوهات البركانية.

6) الطف البركاني "Volcanic Tuff"

عبارة عن صخور بركانية سطحية متطايرة "Pyroclastic" تقذفها البراكين فتتصلب حولها على مسافة أبعد من مسافة البريشيا البركانية فتتصلب حول البراكين وتتكون من حبيبات متماسكة ذات قطر أقل من 4مم وتزيد عن 1/4مم.

ب- الصخور النارية المتداخلة (الوسيط) الباطنية.

(Intrusive Ig. R. (Hypalyssal))

عبارة عن صخور نارية تتصلب قبل أن تصل إلى السطح وبذا تتكون على بعد متوسط بين الصخور السطحية والجوفية وتكون بلوراتها أصغر من بلورات الصخور الجوفية ولكن أكبر من بلورات الصخور السطحية نتيجة التبريد وتتكون بشكل سدود رأسية وأفقية "Dikes & Sill" ومن أمثلة هذه الصخور صخور الفلسايت "Felsite" والبغمتايت "Pegmatite" والدوليرايت "Dolerite" وتتميز هذه الصخور بالنسيج البورفيرى "Porphyritic" وبعض هذه الصخور قد نجدها الآن على السطح نتيجة التجوية والتعرية للصخور التي فوقها أو للحركات البانية للجبال والقارات.

ج- الصخور النارية الجوفية (Plutonic Ig. Rock)

وهي تلك الصخور النارية والتي تتكون على أعماق كبيرة من صهير الماجما ونتيجة التبريد البطيء تكون بلوراتها كبيرة أكبر من بلورات الصخور الباطنية وقد تجد هذه الصخور حالياً على سطح الأرض نتيجة إزالة الصخور التي كانت فوقها بالتجوية والتعرية الطويلة ومن أمثلة الصخور النارية الجوفية

صخور الجرانيت "Granite" والغرانوديورايت "Granodiorite" والديورايت "Diorite" والسيانيت "Sianite" والخابرو "Gobro" والبيروتايت "Peridotite".

ونرى بعض المدارس تصنيف الصخور النارية إلى نوعين حسب اللون قائم أو فاتح حيث قُسمت الصخور النارية إلى صخور نارية فاتحة "Leucocratic" والتي تحتوي على معادن قائمة بنسبة قليلة $> 30\%$.

وصخور نارية غامقة (قائمة) "Melanocratic" والتي تحتوي على معادن قائمة "Mafic Min" مثل معادن البيوتايت والأولفين والأوقايت والأمفيبول والهورنبلند بنسبة 60-100%.

بينما ترى بعض المدارس تصنيف الصخور النارية على أساس التركيب المعدني لأكسيد السليكون وقد قُسمت الصخور على هذا الأساس إلى أربع مجموعات هي:

المجموعة الأولى: الصخور الفوق حامضية.

وتحتوي على أكثر من 66% SiO_2 ذو لون متوسط لوجود معادن فاتحة اللون مثل الكوارتز ومن أمثلة هذه الصخور صخور الجرانيت والريولايت "Reolite".

المجموعة الثانية: الصخور الحامضية.

وتحتوي على 52-66% SiO_2 ذو لون متوسط ومن أمثلة هذه الصخور التراكيت والأنديزيت "Andesite".

المجموعة الثالثة: الصخور القاعدية:

وتحتوي صخور هذه المجموعة على 45-52% SiO_2 ولونها غامق ومن أمثلتها الجابرو والبازلت.

المجموعة الرابعة: الصخور الفوق قاعدية.

وتحتوي صخور هذه المجموعة على أقل من 45% SiO_2 ولونها غامق جداً لوجود معادن فاتحة اللون ومن أمثلة هذه المجموعة الدوليرايت "Dolerite" والبيروكسين "Pyroxine" والبيريدوتايت "Peridotite".

2- الصخور المتحولة (الاستحالية) (Metamorphic Rocks)

تتكون الصخور المتحولة من الصخور النارية أو الرسوبية نتيجة تأثير الضغط أو الحرارة أو كليهما على هذه الصخور ونتيجة الضغط من تأثير تراكم الصخور بعضها فوق بعض أما الحرارة فتنتج من الطاقة الناتجة عن الحركات الأرضية أو من باطن الأرض ونتيجة لتأثير هذين العاملين في تكوين الصخور المتحولة تحدث عدة عمليات تؤدي إلى تكوين أنواع مختلفة من الصخور المتحولة وهذه العمليات هي:

* التغيير الميكانيكي في الشكل "Mechanical Deformation"

يحدث في هذه العملية نتيجة الضغط العالي إعادة ترتيب المعادن الطبقيّة (مثل الميكا) بحيث يصبح مستوى سطح هذه المعادن عمودياً بالنسبة لاتجاه الضغط.

* إعادة التبلور "Recrystallization"

في هذه العملية تتكون بلورات كبيرة من عدة بلورات صغيرة كانت موجودة في الصخر الأصلي قبل حدوث التحول "Metamorphism" ويساعد في عملية إعادة التبلور الضغط ووجود السوائل الموجودة في فجوات الصخور.

* إعادة التنظيم الكيميائي "Chemical Recombination"

وتحدث هذه العملية قبل أن تحدث عملية التحول في الصخور الأصلية حيث يتم في هذه العملية تكوين بلورات جديدة بسبب الارتفاع في درجة الحرارة ووجود السوائل وعناصر كيميائية متنوعة في الصخر الأصلي.

* الإحلال (الاستبدال) الكيميائي "Chemical Replacement"

يحدث في هذه العملية إحلال لبعض العناصر الموجودة في البناء البلوري للمعادن بعناصر أخرى موجودة في المحاليل السائلة والتي تأتي من صخور أخرى.

* عملية التحول "Metamorphism"

وتحدث هذه العملية نتيجة تأثير الضغط والحرارة والغازات والسوائل مما يؤدي إلى تكوين معادن جديدة مثل معادن الأندولوسايت والسليمانيت والتي لم تكن موجودة أصلاً في الصخر الأصلي الذي تتكون منه الصخور المتحولة ولذا نسمي الصخور المتحولة بالصخور الاستحالية في بعض المدارس.

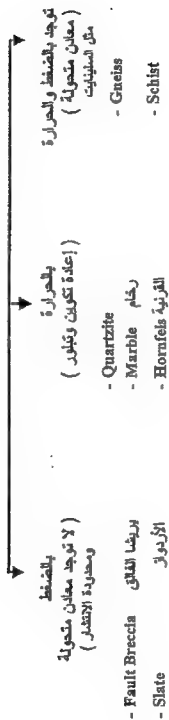
وكون الضغط والحرارة هما العاملان الرئيسيان في تكوين الأنواع المختلفة من الصخور المتحولة فسمت الصخور المتحولة إلى ثلاث أنواع رئيسية [أنظر الشكل 3-4] وهي كالتالي:

أ- الصخور المتحولة بالضغط والحرارة

"Dynamothermal M.R."

تتكون صخور هذا النوع نتيجة تأثير الضغط والحرارة مما يؤدي إلى تكوين صخور متحولة فيها معادن جديدة مثل الأندلوسايت والسليمانايت ومعالمها تختلف عن معالم الصخر الأصلي ومن أمثلة الصخور المتحولة

(شكل ٢-٤) : تصنيف الصخور المتحولة



بالضغط والحرارة الناييس "Gneiss" والشيسمت "Schist" والأردوار "Slate".

ب- الصخور المتحولة بالحرارة "Thermal Met. Rocks"

هي صخور متحولة تكونت نتيجة تأثير عامل الحرارة فقط والذي يسبب تغير في إعادة التكوين "Reformation" وإعادة التبلور "Recry" "Stalization" دون حدوث تغير ملحوظ في التركيب الكيميائي للصخر الأصلي ومن أمثلة هذه الصخور الكوارتيسايت (صخور المرو) "Quartzite" والرخام "Marble" والهورنفلس "Hornfels".

ج- الصخور المتحولة بالضغط "Dynamic Metam. Rocks"

يعتبر هذا النوع محدود الانتشار وقليل الأهمية ولا توجد معادن جديدة في هذا النوع فقط يوجد المعادن الموجودة أصلاً في الصخر الأصلي، وتستخدم معادن هذه الصخور كمواد لاحمة للمعادن الصلبة ومن أمثلة هذه الصخور بريشيا الفالق "Fault Breccia" وقد تظهر للصخور المتحولة بجميع أنواعها على السطح إذا حدثت تجوية وتعرية للصخور التي فوقها..

3- الصخور الرسوبية "Sedimentary Rocks"

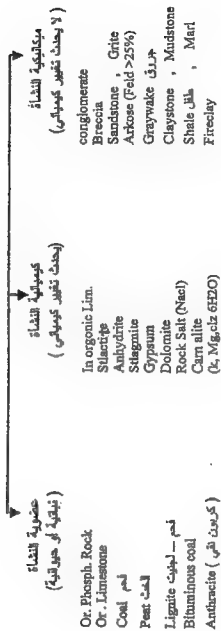
بالرغم من أن الصخور الرسوبية لا تكون إلا حوالي 1% من كتلة صخور القشرة الأرضية إلا أنها تحتل مساحة كبيرة من سطح الكرة الأرضية وتشكل أهمية بالنسبة لتكون الرسوبيات وتعتبر الصخور الرسوبية ذات أصل ثانوي أي أن المواد المكونة لها تكونت من صخور أخرى سواء كانت نارية أو متحولة أو رسوبية وتتكون بعض أنواع الصخور الرسوبية من فتات من بعض الصخور المختلفة والتي حدث لها تجوية ونقل وترسيب وتصلب، نتيجة تعاقب الجفاف والرطوبة والضغط، ويتم نقل وترسيب المواد المكونة للصخور الرسوبية إما بالرياح أو بالمطر أو بالأنهار أو بالبحار ثم تتراكم الرسوبيات المختلفة فوق بعضها مما يؤدي إلى ضغط تلك الرسوبيات وتعاقب جفاف ورطوبة مما يؤدي إلى تصلب تلك المكونات وتكوين ما يعرف بالصخور الرسوبية ولذا تتميز الصخور الرسوبية بظاهرة التطبيقق "Stratification" لمواد فتاتية مختلفة الأحجام ويظهر هذا الاختلاف على مستوى الطبقة الواحدة أيضاً في صورة طبقات مختلفة القوام "Texture" نتيجة تعاقب الترسيب المختلف وتكون حبيبات تلك الطبقات منكورة نتيجة تآكل حوافها أثناء النقل بالماء أو الرياح. وقد تتكون بعض أنواع الصخور الرسوبية من ترسيب مكونات المحاليل الأرضية الغنية بالمواد الكيميائية الذاتية حيث يرتفع تركيز المواد الذاتية إلى مرحلة فوق التشبع تحت تأثير الظروف البيئية المحيطة ثم تترسب هذه المحاليل بعد فقد المياه وقد تتكون أنواع أخرى من الصخور الرسوبية من تراكم بقايا الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية أو تراكم الكائنات الميتة سواء نباتية أو حيوانية ولذا من حيث النشأة والتكوين يمكن تقسيم الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أنواع رئيسية (شكل رقم 2-5) وهي كالتالي:

- الصخور الرسوبية ذات النشأة الميكانيكية.
 - الصخور الرسوبية ذات النشأة الكيميائية.
 - الصخور الرسوبية ذات النشأة العضوية.
- ولأهمية الصخور الرسوبية في تكوين الأراضي سنناقش أنواعها وخواصها بالتفصيل.

أ- الصخور الرسوبية الميكانيكية النشأة: "Mechanically Formed Sedimentary Rocks"

يتكون هذا النوع من الصخور الرسوبية بفعل عامل التجوية الميكانيكية والتي تشمل تأثير الماء و الرياح والثلاجات والجاذبية الأرضية حيث تقوم هذه العوامل بتفتيت وتكسير الصخور الأرضية الأصلية ونقلها وترسيبها ثم يحدث تماسك وتصلب تلك المكونات المتفتتة دون حدوث تغير كيميائي في التركيب المعدني للصخور الأصلية ونتيجة للترسيب المختلف بسبب سرعة عوامل النقل يتم ترسيب المواد كبيرة الحجم ثم الأصغر.

شكل (2-5) تصنيف الصخور الرسوبية



ونجد أن الصخور في هذا النوع تتميز بظاهرة تصنيف الحبيبات وكون حجم الحبيبات تعتبر من الخصائص الهامة للصخور الرسوبية فقد قسمت الصخور الرسوبية الميكانيكية للنشأة إلى:

* صخور رسوبية ميكانيكية متوسطة الحبيبات ذات قطر من 2مم - 0.05مم مثل الحجر الرملي "Sandstone" والجرايت "Grit" والأركوز "Arkose" والجريواك "Gray wake".

* صخور رسوبية ميكانيكية كبيرة الحبيبات ذات قطر أكبر من 2مم (حصى - رمل خشن) ومن أمثلتها الكونجلوميرت "Conglomerata" والبريشيا "Breccia".

* صخور رسوبية ميكانيكية دقيقة الحبيبات (صخور طينية) كحجم الطين أو الطمي ولا تزيد أقطارها عن 0.05مم ومن أمثلتها الصلصال "Clay" والحجر الطيني "Mudstone" والحجر الطيني الصخري "Shale" والطين للحراري "Fireclay" والمارل "Marl".

ب- الصخور الرسوبية الكيميائية للنشأة "Chemically F.S.R."

هي عبارة عن صخور رسوبية تكونت نتيجة تفاعلات كيميائية من المحاليل الغنية بالمواد الذائبة بعد بلوغ هذه المحاليل مرحلة فوق التشبع وبعد تبخر الماء المتبقي تتكون هذه الصخور ولذلك فإن هذا النوع من الصخور يتواجد غالباً في قيعان البحار والمحيطات والكهوف ومن أمثلة هذه الصخور الحجر الجيري غير العضوي "Inorganic Limestone" وصخور الهوابط "Stalacite" والصواعد "Salagmite" والدولومايت "Dolomite".

(CaMgCO₃) والجبس "Gyps" والأندرايت "Anhydrite" والملح الصخري "Rocksalt" والكرنولايت (K, Mg, Cl₃, 6H₂O). Carnalite.

ج- الصخور الرسوبية ذات النشأة العضوية "Organically Formed S.R."

هي تلك الصخور التي تتكون من تراكم بقايا الكائنات الحية النباتية أو الحيوانية بعد تحللها وتماسكها وتصلبها ولذا تنقسم هذه الصخور إلى صخور عضوية حيوانية مثل الصخور الجيرية العضوية والصخور العضوية الفوسفاتية الناتجة من تراكم بعض البقايا والهياكل العظمية الفوسفاتية أما الصخور العضوية النباتية مثل الفحم Coal والخث "Peat" والأنتراسيت "Anthrasite" والذي يتراوح فيه نسبة الكربون 90-98% أما فيما يتعلق بخواص الصخور فيعتمد ذلك على تركيبها المعدني وطريقة النشأة وكيفية تواجدها وظهورها في الطبيعة ولذلك فإن خواص الصخور تختلف اختلافاً كبيراً إلا أن الخواص الرئيسية للأنواع الرئيسية للصخور هي نسبة التواجد - نسبة التغطية من سطح الكرة الأرضية - التركيب المعدني - التبلور - حجم البلورات - المسامية - اللقوام - صور التواجد - شكل الحبيبات - النفاذية للماء - الحفريات واللون، وبين جدول (رقم 2-6) وصف مختصر للخواص المذكورة لكل نوع من أنواع الصخور الرئيسية، وهذه الخواص هي التي تساعد المختصين بالتعرف السريع على الأنواع المختلفة للصخور سواءً على الطبيعة أو في المعامل، ويستفيد الإنسان من الصخور في استعمالها في مجالات مختلفة: عمرانية، صناعية، زراعية، علمية، وأيضاً استخراج للثروات المعدنية واليورانيوم والنظائر المشعة والتي تستخدم في أغراض عديدة.

الصخور الرسوبية	للصخور المتحولة	للصخور النارية	للمصهور النواس
5%	نسبة محدودة من الصخور النارية أو الرسوبية	95%	نسبة التواجد
كبيرة وعلى السطح أغلبها	محدودة تظهر نادراً على السطح	متوسطة وعلى السطح	نسبة التغطية
Chalcedony, opal, Calcite, Quartz clay, min.oxide & Hydrox. Minerals (Hematite, Goeth, Limonite, Gibbsite Pyrite marcasite).	مثل الصخور الأصلية مع وجود معادن متحولة ,andalusit ,silimenite kynit ويسود معادن chlorite ومعدن الكوارتز, ,Apatite Tur, Albite ,mline ,Muscovite Garnet & plagioclas	Quartz, Alkali Feldspar, Augite Plagioclasse, Ca-feldspar, olivine, Biotite, hornblends.	التركيب المعدني
نادراً متبلورة لو وجدت معادن متبلورة	غالباً متبلورة	غالباً غير متبلورة وكاملة التبلور	التبلور

حجم البلورات	السطحية صغيرة والجوفية كبيرة وغير منتظمة	تزداد حجماً عن الأصلية وانتظاماً	كبيرة إن وجدت
المسامية	قليلة ما عدا السطحية	قليلة جداً بسبب الضغط	كبيرة لتكونها من فتات حجري
النسيج والقوام (البناء)	قوام ناعم ما عدا الجوفية والباطنية خشن وبروفوري ونسجه حويصلية (vis) ومضلعية ومخذية (pil)	مختلفة عن المصدر نتيجة عمليات التحول لذا يكون القوام خليط من حبيبات صغيرة وكبيرة ومتوسطة ورقية وغير موجهة	قوام خشن (coarse) وناعم (mudstone) وبناء طبقي وشرائحي وصفائحي
صور التواجد	بشكل كتل (Batholiths) (الجوفية) وسدود رأسية وأفقية (sills) (الباطنية) Dikes جنوع (stocs) 100 كم ² وشكل قبيبي (Laccolith) وشكل صابوني (Lapolith)	شكل طبقات أفقية متقطعة وفيها تراص مضغوطة (Pedding)	بشكل طبقات أفقية أو مطوية غير مضغوطة (flooded)

شكل الحبيبات	حاددة ومستديرة زاوية ودقيقة وكبيرة	مصفوفة بطريقة منتظمة	كروية (مستديرة) ومتلاحمة ومتراصة ودقيقة للحجم
النفاذية	غير نفاذة ما عدا بعض الأنواع	غير نفاذة	نفاذية عالية
الحفريات	لا تحتوي على حفريات	نادراً تحتوي على حفريات ولكنها مشوهة بسبب الضغط والحراسة	تحتوي على حفريات نباتية وحويانية.
اللون	غامق ما عدا الجرانيت (الحمضية)	حسب المصدر	فاتح لوجود معادن فاتحة Light Min.

جدول [6-2] خواص الصخور الرئيسية

ورغم أن بعض صخور المجموعة الواحدة قد تتشابه في بعض أو أغلب الخواص مثل تشابه اللون، النسيج، والبريق، صور التواجد، إلا أنها يجب أن تختلف في بعض الخواص، ولذا نجد أن هناك أنواع من الصخور وضعت في مجموعة واحدة لتشابهها في خواص هامة، بالرغم من أن التركيب المعدني مختلف في صخور هذه المجموعة الواحدة فمثلاً نجد أن الصخور النارية البركانية في مجموعة الصخور الجوفية أن الجرانيت يحتوي على نسبة كبيرة من معادن الفلدسبار القلوية "Alkali. Fleeedspar" (40%) وكذلك الميائيت "Syenite" (70%) بينما للابرو "Gabbro" يحتوي على نسبة

كبيرة من معدن البلاجيوكلاس "Plagioclase" (60%) وصخر البدوناييت "Dunite" يحتوي على (90%) معدن أوليفين "Olivine" ولذا لون صخر البدوناييت قائم لاحتوائه على معادن قائمة Mafic Minerals لذا فإن التركيب المعدني يلعب دوراً هاماً في خولص للصخور من حيث اللون وقابلية الصور للتجوية والكثافة، فكلما احتوى الصخر على نسبة كبيرة من المعادن القائمة "mafic Minerals" (مثل معادن البيروكسين "Pyroxene") الأمفيبول "Amphibole" والأولفين "Olivine" كلما كان لون الصخر ضارباً إلى السواد وغير مقاوم للتجوية وكثافته النوعية أكبر من 2.8 جرام / سم³ وعلى العكس من ذلك كلما احتوى الصخر على نسبة كبيرة من المعادن الفاتحة (Felsic Minerals) (فليسيار وسيلكا) كان لون الصخر ضارباً إلى البياض وأكثر مقاومة للتجوية وكثافته النوعية أقل من 2.8 جرام / سم³، أما بالنسبة لخواص الصخور المتحولة "Metamorphic R" فتعتمد خواصها على نوع عملية التحول التي حدثت لها "Dynamic Thermal M." (ضغط) وحرارة "Thermal M." أو ضغط وحرارة "Dynamic Thermal M." فالصخور المتحولة التي تكونت بالضغط وهي قليلة الانتشار تتميز بالتعبب "Granulation" والصقل "Polishing" نتيجة الضغط المباشر على هذه الصخور في مناطق الفوالق ولذا سميت هذه الصخور ببريشيا الفالق ولا يتكون في هذه الصخور معادن جديدة ولا يوجد بها إعادة تبلور "Recrystallization" ويكون لونها حسب لون الصخر الأم بينما للصخور المتحولة بالحرارة تتميز بإعادة التبلور ووجود معادن جديدة تكونت من معادن أخرى غير مقاومة للحرارة العالية ولونها فاتح (أبيض) ونتيجة لعدم وجود ضغط فإن الصخور لا يوجد بها تركيب طبقي (صفائحي) "Foliated Structure" ولا يوجد بها تشوه واضح "Deformaitien" ويكون قوامها

"Texture" جرانوبلاستيك "Granoplastic" أي أن الحبيبات متشابهة في الحجم وموزعة بانتظام في الوسط الموجودة فيه "Matrix"، أما الصخور المتحولة بالضغط والحرارة "Dynamio Thermal M." وهي الأكثر شيوعاً تتميز بالبناء الصفائحي الواضح "Foliated" وفيها إعادة تبلور ومعادن جديدة وسهلة الانصمام ويوجد تشوه "Deformation" نتيجة الضغط والحرارة، أما فيما يتعلق بخواص الصخور الرسوبية فالخاصية الرئيسية للصخور الرسوبية هي وجود الصخور في شكل طبقات مستمرة وموازية لسطح الأرض (لولا لم يحدث حركات مؤثرة) إضافة إلى أن هذه الطبقات قد يكون نسيجها (قوامها) متجانس أو غير متجانس حسب العامل المسبب وفي هذه الحالة يظهر قوام متدرج Graded Texture أما بالنسبة للتركيب المعدني للصخور الرسوبية فالصخور الرسوبية ذات المنشأ الميكانيكية مثل الحجر الرملي "Sandstone" يسود فيها المعادن المقاومة للتجوية مثل معدن الكوارتز " SiO_2 " والكلسيدوني والأوبال بينما الصخور الرسوبية ذات المنشأ الكيميائية تسود فيها المعادن السهلة التجوية والذوبان مثل معدن السولفايد " FeS_2 " والكربونات والأكاسيد والهيدروكسيدات ومعادن الكلس ومعادن التبخر كما أن معظم الصخور الرسوبية تتميز بعدم وجود بناء بلوري كون معظم معادنها غير متبلورة (كونها تكونت من المعادن السهلة التجوية) إضافة إلى اختلاف التكوين المعدني بين أنواع الصخور المختلفة نجد أنه توجد اختلافات أخرى منها وجود بقايا حيوانية أو نباتية في الصخور الرسوبية بينما لا توجد في الصخور النارية أما في الصخور المتحولة ذات الأصل الرسوبي توجد حفريات بصورة مشوهة نتيجة الضغط والحرارة.

ثانياً: المعادن (خواصها وأنواعها)

إن المعدن هو عبارة عن مادة معدنية أو عضوية صلبة متجانسة تكونت جيولوجياً من خليط من عنصر كيميائي أو أكثر وله تركيب كيميائي وبلوري ثابت.

وتعتبر المعادن المكونات الرئيسية للصخور أو التربة حيث تتحد العناصر الكيميائية المختلفة عن طريق الروابط الكيميائية المعروفة الفلزية، الأيونية، التساهمية، الهيدروجينية، والأستاتيكية (فاندروال) مكونة ما يعرف بالمعدن ونتيجة لتعدد العناصر الكيميائية والروابط الكيميائية بين العناصر تكونت آلاف المعادن المختلفة ولكن عدد قليل منها يشكل أهمية اقتصادية أو أهمية أخرى في تكوين التربة لذا سنركز في دراستنا هذه على المعادن المكونة للتربة. ورغم أن العناصر الكيميائية المكونة للمعادن كثيرة إلا أن هناك ثمانية عناصر فقط هي الأكثر شيوعاً في تركيب مغلب المعادن حيث تشكل هذه العناصر الثمانية أكثر من 98% بالوزن من تركيب القشرة الأرضية وهذه العناصر هي: (الأكسجين - السليكون - الألومنيوم - الحديد - الكالسيوم - الصوديوم - البوتاسيوم - الماغنسيوم) وتعتبر هذه العناصر (فيما عدا الأكسجين والسليكون) عبارة عن فلزات أما السليكون فله خواص تضعه بالفلزات واللافلزات وتتحدد جميع العناصر المذكورة مع الأكسجين مكونة ما يسمى بالأكاسيد وتعطى أكاسيد الفلزات مواد قاعدية بينما تعطى أكاسيد اللافلزات مواد حامضية ولذا اعتبرت بعض المدارس هذا الأساس كمعيار في تصنيف المعادن حسب نوع الجزيء الأيوني الموجود في التركيب الكيميائي للمعدن حيث قسمت المعادن إلى معادن وحيدة العنصر "Monoelemental M." مثل الذهب والفضة والنحاس ومعادن الكبريتيد "Sulphiden Minerals" مثل البيريت FeS_2 (Pyrite) والجلينا

PbS ومعادن الكبريتات "Sulfat ed M." مثل الأنهدريت CaSO_4 والباريت
 BaSO_4 "Barite" والجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ومعادن الكربونات مثل الكالسيت
 CaCO_3 والهيمايتيت Fe_2O_3 (Hematite) والكوارتز SiO_2 ومعادن
 الهيدروكسيدات (Hydroxide M.) مثل الجويتايت "Goethite"
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ والليمونايت "Limonite" $\text{FeO}(\text{OH})$ والأوبال $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
 ومعادن الهالوجينات "Halogens M." مثل الهاليت NaCl والفلورايت
 "Flurite" ومعادن البورات "Borate M." مثل البوركس.

مثل Phosphate M. ومعادن الفوسفات $4[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$
 الأباتايت $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ Cl. OH Apatite (Silicate ومعادن السيليكات
 M.) وتقسم إلى مجموعات كثيرة من المعادن الأولية والثانوية ومن أمثلتها
 الأولفين Mg , Fe_2SiO_4 والهيمورفايت $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ والبيريل
 $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ والبروكسين والهورنبلند $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ والفلك
 $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_4$ والكوارتز SiO_2 .

وبعض المدارس تصنف المعادن على أساس اللون إلى فاتحة (Felsic)
 M.) وقاتمة (Mafic M.) وتتميز المعادن الفاتحة باللون الفاتح الضارب إلى
 الأبيض وكثافته نوعية أقل من 2.8 جم/سم³ بينما تتميز المعادن الداكنة أو القاتمة
 (Mafic = Dark M.) باللون الضارب إلى السواد وكثافة نوعية أكبر من
 2.8 جم/سم³.

ومن أمثلة المعادن الفاتحة مجموعة الفلسمبار "Feldspar"
 ، Anorthoclase، Sanidine، Andsine، Anorthite،Oligoclase
 ، Albite،Orthoclase . ومجموعة السيليكات (Tridymite،Crystoblite)

(Quartz) ومجموعة الفلسبار تويد (Sodalite، Melilite، Cancrinite ، Nepheline، Leucite) بينما تضم المعادن الداكنة مجموعة المعادن التالية: مجموعة البيروكسين Pyroxene وتضم (Augite، Pigeonite، Acmite) ومجموعة الأمفيبول وتضم (Tremolite، Actinolite، Riebeckite)، (Hornblend) ومجموعة الميكا وتضم (Muscovite، Shist، Sericite) (Biotite) ومجموعة الأولفين Olivine وتضم (Fayalite، forstrite) ومجموعة أكاسيد الحديد والتيتانيوم وتضم (Titanomagnetite، Teemenite) (Magnetite) ومن حيث النشأة في التكوين يمكن تقسيم المعادن إلى معادن أولية (Primary Minerals) ومعادن ثانوية (Secondary Minerals) [انظر جدول 2-7 والذي يبين المعادن الهامة والمساعدة في التربة] سواء تكونت في محلها (Authigenicly) أي مكانية النشأة نتيجة التجوية بجميع أنواعها أو بالتبخر والترشيح للمحاليل الأرضية أو تكونت من مواد جليبية (Allogenicly) أي من مواضع أخرى وهذا التقسيم يعتبر بالنسبة للأخصائيين الزراعيين مناسباً كون المعادن الثانوية هي المعادن التي يمكن أن يستفيد منها النبات لوجود عناصر ميسرة فيها أي أن العناصر مثل الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والزنك وبقيّة العناصر الهامة لنمو النبات تكون موجودة بين طبقات المعادن الثانوية الطبقيّة أو موجودة حول الوحدات البنائية للمعادن غير الطبقيّة ذات روابط ضعيفة مما يسهل أخذها من قبل النبات عن طريق التبادل الكاتيوني ولذا فإن المعادن الثانوية تشكل المصدر الرئيسي العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات إضافة إلى ذلك فيمكن تقسيم هاتين المجموعتين الرئيسيتين للمعادن [أولية وثانوية] إلى تحت مجموعتين سليكانية ولاسليكانية كون وحدة أكسيد السليكون وطريقة ارتباطها تلعب دوراً هاماً في خواص المعادن الكيميائيّة وقابليتها

للتجوية إضافة إلى أن مجموعة المعادن السليكانية تشكل نسبة كبيرة من عدد المعادن الأولية المتبلورة هذا وتعتبر أغلب المعادن السليكانية الأولية متبلورة.

Table (2-7) IMP: Primary & Secondary of soil

Minerals in order of decreasing stability

Primary	Secondary (authigenic)
Zircon	Anatase
Rutile	Gibbsite
Tourmaline	Hematite (and Goethite)
Hmenite	Kaolinite
Garnet	Pedogenic Cholrite (Hydroxy-Interlayered vermiculite)
Quartz	Smectite
Sphene	Illite
Muscovite	Halloysite
Microcline	Sepiolite (and palygrskite
Orthoclase	Allophane (and imogolite)
Sodic Plagioclase	Calcite
Calcic Plagioclase	Gypsum, Pyrite
Hornblende	Halite (and salts of similar solubility)
Chlorite	Jarosite
Epidote	Vermiculite
Augite	
Biotite	
Serpentine	
Volcanic glass	
Apatite	
Olivine	

(شكل 2-7): للمعادن الأولية والثانوية الهامة في التربة

ونتيجة للارتباط المتنوع بين الوحدات الهرمية رباعية الأوجه "Titrahydral Units" لأكسيد السليكون تتكون أصناف عديدة من المعادن ذات بناء بلوري وكيميائي مختلف أو قد يكون متشابهاً، كما أن نوع الارتباط يؤثر على قابلية المعادن للتجوية فكلما كان ارتباط الوحدات الرباعية الأوجه لمعدن ما بالأركان أكثر كلما ازدادت مقاومة المعدن للتجوية وسنتناول دراسة تجوية المعادن أكثر في الجزء الخاص بالتجوية ولن هنا أردنا أن نوضح أن مقاومة المعدن للتجوية تعتمد على نوع الارتباط في الوحدات البنائية للمعادن حيث أن هناك وحدتين بنائيتين للمعادن الأولية والثانوية هاتان الوحدتان هما وحدة (التيتراهدرا) أي الهرم الرباعي الأوجه ووحدة (الأكتاهدرا) أي ثماني الأوجه [أنظر الشكل رقم 2-8] وتتكون وحدة إنتراهدرا من "Si" يحيط به أربعة أكسجين بشكل هرم رباعي الأوجه ويكون الترابط قوي نتيجة الرابطة الأيونية ويعتبر الفراغ بين ذرات الأكسجين مناسباً مع قطر السليكون والسليكون عدد تناسقي أربعة وستة ولكن نتيجة لحجم نصف القطر الأيوني فإنه يفضل الارتباط مع الأكسجين أو الهيدروكسيد في وحدة الأكتاهدرا (ثماني الأوجه).



Series of silicon-oxygen tetrahedra (left) (single model); (right) model with apical oxygen (as connected to other the single tetrahedra units).

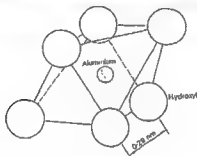


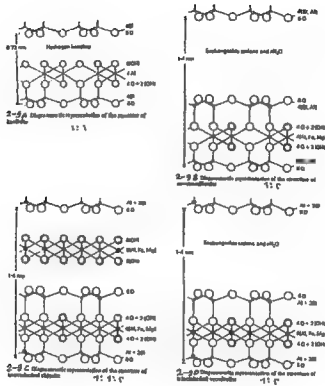
Diagram of an aluminosilicate octahedron.

(شكل 2-8): وحدتي التيتراهدرا والأكتاهيدرا [Tetrahedron and Octahedron Diagram]

ونتيجة ترابط الوحدات النيتراهدرية والأكتاهيدرية في المستوى القاعدي [محوري أ، ب] تكون هذه الوحدات صفائح نيتراهدرية وأكتاهيدرية ترص هذه الصفائح فوق بعضها مكونة ما يعرف بالطبقة وعندما يتكون معدن من صفيحتين واحدة نيتراهدرية والأخرى أكتاهيدرية يسمى هذا المعدن بمعدن 1 : 1 مثل معدن الكادولينايت وعندما يتكون معدن من صفيحتين نيتراهدريتين بينهما صفيحة أكتاهيدرية يسمى المعدن بمعدن 2 : 1 مثل معادن السمكتايت

مثال ذلك معدن المومورينايت ومعدن الفيرمكلايت وعندما يتكون معدن من صفيحتين نيتراهدريتين وصفيحتين أكتاهيدريتين يسمى المعدن بمعدن 2 : 1 : 1 ومثال ذلك معدن الكورايت [أنظر شكل 2-9 A، B، C، D التركيب البنائي للمعادن الصفائحية].

ولذا نجد بعض المدارس تصنف معادن السليكات الصفائحية على هذا الأساس ولكنه بشكل عام يمكن تقسيم المعادن من حيث النشأة إلى معادن أولية ومعادن ثانوية [راجع جدول 2-7 السابق]



(شكل 2-9): التركيب البللالي للمعادن الصفائح

[Structure of layer minerals]

ويتم التمييز بين المعادن المختلفة سواء أولية أو ثانوية وذلك عن طريق دراسة الخواص البلورية والخصائص المختلفة للمعادن ومن أمثلة الخواص البلورية الفصائل البلورية [شكل 2-10]، والتماثل البلوري، محور التماثل، مستوى التماثل، مركز التماثل والإحداثيات البلورية، أما الخصائص الهامة

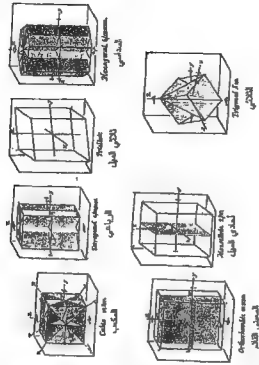
لدراسة المعادن فتشمل اللون، الهيئة، المخدش، البريق، الانقسام أو التشقق، المكسر، قابلية السحب والطرق، الصلابة، الوزن النوعي، الشفافية، الطعم، التمنط، الإشعاع، التكهرب والتضوء.

ولكننا لسنا هنا بصدد دراسة تلك الخواص والخصائص بالتفصيل حيث تدرس هذه المواضيع في مواد مستقلة منها علم البلورات "Crystology" وعلم المعادن "Mineralogy" ولكننا في هذه المادة سنركز على خصائص وخواص بعض المعادن الأولية والثانوية الشائعة في التربة وهذه المعادن هي:

أولاً: المعادن الأولية "Primary Min."

أ- الكوارتز "Quartz"

معدن سليكاتي إطارى "Tectosili Cate" متبلور في فصيلة الثلاثي عند درجة حرارة أقل من 573، له أقل درجة من التماثل وبنائه أكبر انضغاطية وتركيبه الكيميائي " SiO_2 " معدن عديم اللون في الأنواع النقية أو ذو لون وردي أو بنفسجي أو أصفر عند وجود شوائب أو يكون لونه أبيض وشفاف لوجود فراغات هوائية دقيقة ويوجد في هيئة كتل حبيبية وبريقه زجاجي وأحياناً صمغي، شفاف إلى نصف شفاف، المخدش أبيض، لا يوجد انقسام، المكسر محاري والصلابة عالية (7) والوزن النوعي منخفض (2.65) ويتميز بخاصية الكهرباء الضغطية والكهرباء الحرارية ويوجد منه أنواع ضعيفة التبلور مثل الكالسيدوني والعقيق ويوجد في صورة متوازية ملونة ويعتبر الكوارتز من أكثر المعادن انتشاراً في الطبيعة في المكون الرملي للتربة كونه مقاوماً جداً للتجوية.



شكل (2-10) أنواع الفصائل البلورية

ب. الأوبال "Opal"

معادن سليكاتي غير متبلور من المعادن الأكاسيدية المائية وتركيبته الكيميائية $(\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ويوجد على هيئة كتل مندمجة ويكون عديم اللون ويمكن أن يتلون عند وجود شوائب إلى رصاصي أو أصفر أو أحمر أو بني أو يتميز بخاصية الألة حيث يتلألأ اللون حسب اتجاه النظر وتسمى هذه الخاصية المميزة بالألة الأوبالية، البريق شبه زجاجي أو دهني، المخدش أبيض، شفاف إلى نصف شفاف، للمكسر محاري أو غير مستوي، الصلابة عالية (5.5-6.5)

الوزن النوعي منخفض (2.2) ويوجد حول الينابيع الحارة ويصنع منه الحلي والعوازل الحرارية ومواد الصقل والتلميع.

ج. تورمالين "Tourmaline"

يعتبر التورمالين من المعادن الأولية السليكاتية الحلقية وتركيبه الكيميائي $(B_{30} Al_3 (Mg Fe) Na [F, OH] Si_6 O_8)$ ينبع الفصيلة البلورية السداسية ورغم احتوائه على بورون إلا أنه لا يشكل أهمية في تغذية النبات إلا بعد حدوث تجوية كونه عديم الذوبان هيئته البلورية موشورية ذو ثلاث جوانب محدبة ومخططة، لا يوجد به انفصام مكسرة محاري وبريق زجاجي شفاف إلى معتم ذو ألوان مختلفة ولكن في الغالب أسود، أحمر، أو أصفر حسب التركيب الكيميائي مخدشة أبيض وصلابته (7.5) ويتواجد في اللعروق الحرارية وصخور البيجماتايت (pegmatite) والحجر الجيري المتحول.

د. أوجايت "Augite"

معدن من معادن البروكسينات السليكاتية تركيبه الكيميائي $Ca [MgFe, Al] [Al, Si]_2 O_6$ متبلور في فصيلة أحادي الميل، لونه أسود أو أسود مخضر إلى أسود بني، البلورات موشورية قصيرة وسميكة، البريق زجاجي (Vitrus) أو صمغي معتم مكسرة محاري أو غير مستوي، الانفصام متوسط أو كامل في مستويين متعامدين بينهما زاوية 90 الصلابة فوق المتوسط (5-6) والوزن النوعي (3.2-3.5) يوجد في الصخور النارية والبقاعدية كالبازلت والجابرو ويعتبر من المعادن الهامة كونه يتوفر عناصر هامة لنمو النبات بعد تجويته.

ه- الببوتيت 'Biotite'

من المعادن الأولية الميكانية السوداء تركيبه الكيميائي
 $K[Mg, Fe] [AlSi_3O_{10}](OH)_2$ متبلور في فصيلة أحادي الميل،
اللون أسود أو بني أو أخضر قاتم أو بني محمر، يتكون من صفائح
رقيقة، البريق لامع، نصف شفاف إلى معتم به انفصام قاعدي كامل مثل
المونتايت حيث يمكن نقشه إلى صفائح رقيقة مرنة، الصلابة
منخفضة (2.5-3) الوزن النوعي (2.8-3.2) ويعرف باسم الميكا
السوداء ويعتبر مكون رئيسي لكثير من الصخور النارية الداخلية " Int
rausive" والصخور المتحولة.

و. الهورنبلند 'Hornblende'

معادن أولي سليكاتي من مجموعة "Amphiboles" وتركيبه الكيميائي
كما يلي:



متبلور في فصيلة أحادي الميل لونه أخضر إلى أخضر مسود، يوجد في
صورة بلورات موشورية طويلة رقيقة إلى موشورات صغيرة أو تأخذ شكل
ألياف طويلة، البريق زجاجي، شفاف إلى معتم، للمخدش رمادي مخضر،
مكسره غير مستوي، به انفصام كامل في اتجاهين بينهما زاوية 120 من
الصلابة فوق المتوسط (5-6) والوزن النوعي (2-3) يوجد بالصخور النارية
المتوسطة والصخور المتحولة (للمنايس والشيت) وعند تجويته وتحولته إلى
معادن ثانوية تطلق عناصر هامة لنمو النبات، ويوجد بكثرة في الجزء الخشن

التربة (رمل، حصي) كونه لا يتجوى ويتحول إلى حبيبات بحجم الطين إلا بعد تجوية شديدة.

ز. الميكر كلاين 'Microcline'

أحد معادن مجموعة المعادن القلسمبارية الأولية السليكاتية وتركيبه الكيميائي " $KAlSi_3O_8$ " ثلاثي الميل ذو هيئة بلورية موشورية كامل الانقسام في اتجاهين عند زاوية 90° ، مكسرة خشن وبريقه زجاجي، شفاف إلى نفاذ صلبة (6) والوزن النوعي (2.5-2.6) ولا يمكن التمييز بينه وبين الأورنوكلاس في العينة اليدوية ويوجد بكثرة في الصخور البركانية الداخلية "Intrusive Vol. R" الحامضية والقاعدية.

ح. الموسكفيت "Muscovite"

معدن أولي من مجموعة الميكا البيضاء تركيبه الكيميائي $(KAl_3Si_10(OH)_2)$ متبلور في فصيلة أحادي الميل، معدن عديم اللون عادة أبيض وقد يكون مصفر أو محمر لوجود شوائب، يوجد في صورة صفائح رقيقة أو قشور، شفاف إلى نصف شفاف، البريق لؤلؤي أو زجاجي وأحياناً حريري، شفاف قاعدي كامل في اتجاه واحد حيث ينقسم إلى قشور أو صفائح رقيقة جداً مرنة، للصلابة منخفضة (2.3) والوزن النوعي متوسط (2.76-3.1) يوجد في الصخور الجرانيتية ويستخدم في صناعة المواد العازلة للكهربائية والحرارية.

ط. الأورتوكلاس "Orthoclase"

معدن أولي سليكاتي فلعباري تركيبه الكيميائي $(KAlSi_3O_8)$ متبلور في فصيلة أحادي الميل لونه وردي أو أبيض أو أبيض محمر أو رمادي فاتح أو عديم ومسكرة محاري أو غير مستوى به انقسام واضح في اتجاهين متعامدين ويقضم إلى قطع صغيرة متصلة، الصلابة فوق المتوسط (6) والوزن المتوسط (2.57)، يوجد في جميع أنواع الصخور تقريباً ويستخدم في صناعة الفخار والصين والأدوات الصحية.

ي. الأوليفين "Olivine"

معدن أولي سليكاتي من مكونات الفورسترنايت "Forstrite" والفايلايت "Faylite" تركيبه الكيميائي $((Mg_2Fe)_2SiO_4)$ يتبلور في فصيلة المعيني القائم لونه أخضر زيتوني أو أخضر مصفر يوجد في هيئة حبيبية البريق زجاجي إلى دهني شفاف، إلى نصف شفاف، المخدش عديم اللون، لا يوجد انقسام، المكسر محاري الصلابة عالية (6.5-7) والوزن النوعي 3.4 جم/سم³

ك. البلاجيوكلاسي "Plagioclase"

تعرف باسم المعادن الفلخبار تويدية وتشمل مجموعة من المعادن المتشابهة في الشكل ويتركب كيميائياً في خليط من مركبين، الطرف الأول للسلسلة $(NaAlSi_3O_8)$ وهو الالايث "Illite" ويسمى البلاجيلاس الصودي والطرف الآخر وهو الأنورنايت "Anorthit" $(CaAl_2Si_2O_8)$ ويسمى بالبلاجيلاس الكلسي، وأفراد مجموعة البلاجيلاس في خليط من الالايث والأنورثيت والتي يتم فيها إحلال متماثل بسبب التجوية حيث يؤدي ذلك إلى

تكوين المعادن الثانوية الهامة والتي تعتبر مصدراً لعنصري الكالسيوم واليوتاسيوم وتتبلور معادن البلاجيولاس في فصيلة ثلاثي الميل واللون يختلف محمر أو مزرقي إلى آخر ولكن النوع الشائع هو الأبيض، ويوجد في صورة كتل منتظمة أو حبيبات غير منتظمة البريق الزجاجي أو لؤلؤي المخدش عديم اللون، الانقسام واضح في اتجاهين متعامدين تقريباً، يمتاز بوجود ظاهرة التوأمة، المكسر محاري أو غير مستوي الصلابة فوق المتوسط (6-6.5) الوزن النوعي متوسط (2.62-2.76) يوجد في الصخور الحامضية والنايرية والمتحولة ويستخدم في صناعة الفخار والصين والزجاج.

ل. التلك "Talc"

معادن أولي سليكاتي تركيبه الكيميائي $(\text{Mg}_3 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2)$ متبلور في فصيلة أحادي الميل لونه أبيض مخضر أو رمادي مخضر أو أخضر قاتم يوجد في هيئة كتل خفيفة التبلور، نصف شفاف بريقه لؤلؤي أو شمعي، ملمسه شمعي به انقسام كامل في اتجاه واحد حيث ينقسم بسهولة إلى رقائق أو قشور رقيقة قابلة للانثناء، المخدش أبيض، للصلابة منخفضة جداً (1) حيث يخدش بسهولة بظفر الإصبع الوزن النوعي (2.7-2.8) يوجد في الصخور المتحولة ويستخدم في صناعة المواد العازلة للحرارة وفي صناعة السورق والصابون ومساحيق الزينة والبودرة.

م. أوراغونيت "Aragonite"

معادن أولي سليكاتي من معادن الكربونات اللامائية تركيبه الكيميائي CaCO_3 الغير ثانوية بينما الكالسيت CaCO_3 له نفس التركيب الكيميائي ولكن فصيلته البلورية ثلاثية "hexagonal" أو "Trigonal" أما الأراغونيت

يتبلور في فصيلة المعيني القائم " Orthorambtic " لونه أبيض رمادي أو مصفر، بريقه زجاجي، شفاف إلى نصف شفاف، مكسره محاري والانفصام ضعيف وغير ثابت صلابته (3.5-4) وزنه النوعي (2.95) وبنائه "Massive" متماسك.

ن. الانهيدريت 'Anhydrite'

يعتبر معدن الانهيدريت من المعادن اللاسليكانية لمعادن الكبريتات اللامائية وتركيبه الكيميائي $(Ca SO_4)$ ويتبلور في فصيلة المعيني القائم "orthorombic" وعديم اللون أو أبيض يوجد على شكل أو هيئة كتل صلبة، البريق زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف، مخدشة أبيض، مسكرة محاري إلى غير مستوي، به انفصام كامل في ثلاثة اتجاهات وينقسم إلى قطع صغيرة مستطيلة الصلابة (3-3.5) والوزن النوعي (3) يمتص الماء ويتحول إلى "Gypsum" ويصحب ذلك زيادة في الحجم ويوجد الانهيدريت في المكونات الحاوية للجبس وعلى الكتل للرسوبية وفي تجايف صخور البازلت ويستخدم في تحضير الكبريتيك وصناعة الأسمدة والأسمنت.

س. البارييت 'Barite'

معدن لاسليكاتي أولي لكبريتات الباريوم ويتكون من الصخور الأمية أو من اختزال الحديد في الكبريتات وأكاسيد الحديد ويتبلور في فصيلة المعيني القائم "orthorombic" تركيبه الكيميائي $(Ba SO_4)$ عديم اللون أو أبيض بميل إلى الزرقة أو الصفرة يوجد في هيئة كتل مختلفة الأشكال، البريق زجاجي، شفاف إلى نصف شفاف، المخدش أبيض، مكسرة خشن غير مستوي، هش به انفصال كامل أو ينقسم إلى قطع موشورية صغيرة، معتم في الأنواع غير النقية

والصلابة (3-3.5) الوزن النوعي (4.5) يوجد في الكهوف والعروق وفي الرسوبيات المزاحة من الحجر الجيري وتستخدم في صناعة الورق والمنسوجات والطلاء الأبيض.

ع. الدولميت 'Dolomite'

الدولميت معدن أولي لاسيليكاتي من معادن الكربونات تركيبه الكيميائي $(Ca CO_3 Mg CO_3)$ يأتي للتربة عن طريق مادة الأصل التي تكون غالباً حجر جيرى دولوميتي ويعتبر قليل الذوبان في الماء ويعطي ذوبانه في المحاليل الحامضية أيونات كالسيوم أو مغنيسيوم، متبلور في فصيلة الثلاثي "Trigonal" عديم اللون إلى أبيض أو مصفر أو يميل إلى البنسي أو الرصاصي، البريق زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف وأحياناً معتم في الأنواع النقية الكتلية، مكسرة محاري وغير مستوي، هش، به انفصام معيني كامل، الصلابة (4-7.5) والوزن النوعي (2.85)، يغور عند إضافة حمض (HCl) الساخن أو المخفف.

ف. الماغنيزات 'Magnessite'

من المعادن الأولية اللاسيليكاتية لمجموعة معادن الكربونات اللامائية ولكنه أقل شيوعاً في التربة من الدولوميت، تركيبه الكيميائي $Mg CO_3$ متبلور في فصيلة الثلاثي "Trigonal"، اللون أبيض أو أصفر أو رمادي، البريق زجاجي أو مطفي في العينات الغير نقية، شفاف إلى نصف شفاف، مكسرة محاري، به انفصام كامل، صلابته (3.5-4.5)، وزنه النوعي (3-3.2) ويستخدم في صناعة الحراريات والورق والسكر وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

ص. الماجنيتيت 'Magnetite'

من المعادن الأولية اللاصليكانية من مجموعة معادن الأكاسيد اللامائية
تركيبه الكيميائي " $Fe_3 O_4$ " يتواجد في الجزء الخشن من التربة، متبلور في
فصيلة المكعب "cubic" لونه أسود حديدي، يوجد على هيئة كتل دقيقة أو
حببيات خشنة، البريق فلزي ضعيف أو مطفي، ذو تأثير مغناطيسي قوي لدرجة
أنه يجذب الإبر والمسامير وصلابته فوق المتوسط (6)، وزنه النوعي عالي
(5.2) ويوجد بكثرة في الطبيعة في للصخور البركانية والرسوبية والمتحولة،
مخدشة أسود، مكسرة محاري أو خشن والانقسام ضعيف.

ت. الهيماتيت 'Hematite'

من المعادن الأكاسيدية اللامائية ذو مقاومة كبيرة للتجوية تركيبه
الكيميائي " $Fe_2 O_3$ " ويعتبر مكون لكثير من المواد الأمية للترايبية في المناطق
الاستوائية وشبه الاستوائية يتكون على شكل حببيات شبه ميكروسكوبية ويتفاعل
مع مواد أمية أخرى محتوية حديد ويتحول إلى معدن ثانوي، متبلور في فصيلة
الثلاثي، لونه أحمر يميل إلى البني أو الرصاصي أو الأسود، يوجد على هيئة
كتل مختلفة الأشكال، البريق فلزي في الأنواع المتبلورة ومطفي في الأنواع
الترايبية، معتم مخدشه أحمر أو بني الانقسام ضعيف، مكسره محاري أو خشن،
الصلابة فوق المتوسط (5.5-6.5) ولكن في الأنواع الترايبية أو المطفية (1)
الوزن النوعي عالي (4.8-5.3)، يتواجد في خامات الحديد وفي جميع أنواع
الصخور.

خ. السيدرايت "Siderite"

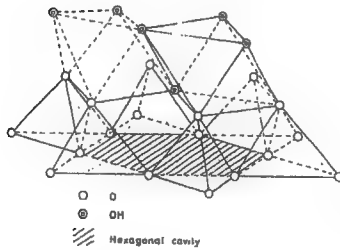
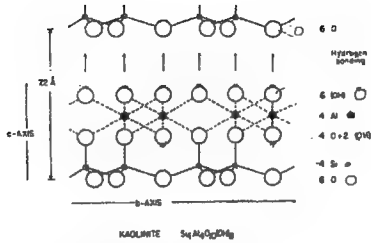
السيدرايت من معادن الكربونات للامائية " Fe CO_3 " ولكنه أقل شيوعاً في التربة نظراً لمقاومته للتجوية ولا يتفكك إلا بالحمض الحار، متبلور في فصيلة الثلاثي لونه بني مصفر أو محمر، البريق زجاجي أو لؤلؤي، مخدشة أبيض، شفاف إلى معتم، مكسراً غير مستوي، به انقسام معين كامل، صلابته (3.5-4.5) وزنه النوعي (3.7-3.96) يتواجد في العروق المحارية والرسوبيات الطينية للصخور الرسوبية والفحم.

ثانياً: المعادن الثانوية (Secondary Min.)

الكاولينايت "Kaolinite" والهلويسات:

الكاولينايت معدن سليكاتي ثانوي مقبلور، يتكون من صفائح الجسيمات (إكتاهيدرا الألومنيوم $[Al_2 (HO)_6]$ وصفائح السليكاتتراً هيدرون $Si_2 O_3$) و 2 هيدروكسيل $(HO)_2$ بين الطبقتين لوحدة الخلية الواحدة (Unit sel) لذلك نجد أن التركيب البنائي العام $(Al_4 Si_4 O_{10} (OH)_8)$ والكيميائي $(Al_2 Si_2 O_3)(OH)_4$ ويعتبر الكاولينات من المعادن الثانوية الطينية ثنائية الأكتاهيدرا أي أن ثلثي المواقع الأوكتايدروية مشغولة بالألومنيوم، ويتكون معدن الكاولينات من معدن الفيرمكلايت عند توفر ظروف غسيل شديدة للمعادن الأولية السليكاتية الغير متبلورة مثل الرماد البركاني والابسيديون ويسود انتشار هذا المعدن في ترب المناطق الاستوائية لتوفر ظروف تجوية شديدة ومعدل غسيل عالي وإحلال متماثل وتكون وحدة التكتيب "unit sel" صفائح واحدة من تتراهدرا السليكا وصفائح واحدة من اوكتاهدرا الألومنيوم الثلاثية وتلتحم الصفحتين لتكوين طبقة معدنية (1:1) عن طريق اتحاد ذرات الأكسجين القمية لوحداث النيتراهدرونات إلى صفائح واحدة من الأكتاهيدرات (انظر الشكل 2-11).

ولا يتمدد معدن الكاولينات في الماء لوجود رابطة هيدروجينية بين الطبقات لذا بعده البلوري ثابت 7.15 أنجستروم ويكسر البناء عند درجة 550م وحجم الحبيبة النسبي



(شكل 2-11): التركيب البلوري لمعدن الكاولينايت
[Structure of Kaolinite]

أكبر مقارنة من المعادن الثانوية السليكاتية الأخرى وشحنته صغيرة وتعتمد على الـ "PH" ما عدا الأطراف لعدم وجود إحلال متماثل في هذا المعدن وسعة التبادل الكاتيوني منخفضة (3-15) ملليمكافى لعدم وجود إحلال متماثل في هذا المعدن إلا في الأطراف المكسرة ومعادن هذه المجموعة لها جسيمات بروتينية "Brotonic Bridges" بين الطبقات وشحنة هذا المعدن عالية عند الـ "PH" المنخفضة والرطوبة المستعادة "M. Retention" قليلة ولذا مبدئياً يمكن التعرف عليه باللمس واللحاح (لا يمتص للحاح) وسمك طبقة التيتراهدرا 2.9 A وطبقته الاكثاهيدرا 1.5 A ومجموعة الهيدروكسيل البلورية (OH) تتواجد فوق الفراغات السداسية لطبقة التتراهد والمظهر المورفولوجي لهذا المعدن صفائح سداسي m وتحتوي على كمية كبيرة من "Al₂" وتفاعله الحراري الداخلي ضعيف والخارجي عالي ويعتبر هذا المعدن مقاوم للتجوية ومن معادن هذه المجموعة "Dickete" والـ "Nacrite" وتتكون هذه الأنواع المختلفة نتيجة الاختلاف في وضع الوحدات البنائية فوق بعضها وأحياناً في وضع ذرات الألومنيوم في المواقع المختلفة الموجودة في صفيحة الاكثاهيدرا.

أما بالنسبة لمعدن الهالوسينات فهو عبارة عن معدن ثانوي شبيه بالكاولينات مع وجود 4 ذرات ماء لكل وحدة (خلية) ممسوكة برابطة هيدروجينية ضعيفة ولكن الأربع ذرات ماء تطرد عند 100 درجة مئوية ولا يتما هذا المعدن مرة أخرى (Rehydration) لتكون الرابطة الهيدروجينية ولذا نجد البعد البلوري لهذا المعدن يتحول من 25-10 A وتسديجياً إلى 7.5 A ولهذا يمكننا التمييز بسهولة بينه وبين "Kaolinite" إضافة إلى أن الشكل الظاهري و المورفولوجي للهالوسينات أنبوبي ورفيع (بالميكروسكوب الإلكتروني) وبمعاملته بالتليكول "glycol" يزداد البعد البلوري وعند

درجته 500-550 \ درجة تنكسر ال (HO) وينتج تفاعل حراري داخلي قوي كما أن هذا المعدن يظهر مدى واسع من الانعكاس بأشعة X بسبب التوزيع غير المنتظم لجزيئات الماء بين الطبقات والتركيب الكيميائي العام للهالوسيات لوحدة الخلية هو:



اللايت 'Illite'

اللايت معدن ثانوي سليكاتي طيني يتكون من تجوية ميكانيكية وإحلال متماثل لمعدن البيصاء الأولية (Muscovite) ولذا أحياناً يسمى (hydrous mica) وبلورات هذا المعدن أحادية الميل "moloclinic" وأبعاده البلورية $C=10 \text{ \AA}$, $B=9 \text{ \AA}$, $A=0.2 \text{ \AA}$ ولذا يطلق عليه اسم معدن ال (10 A) كون هذا البعد مميز لهذا المعدن وثابت أي لا يتمدد بسبب وجود البوتاسيوم الممسوك بقوة بين الطبقات وبالذات في وسط طبقات هذا المعدن ويعتبر هذا المعدن ثنائي الأكتاهيدرا غالباً والبوتاسيوم في المعادن الثنائية الأكتاهيدرا يكون ممسوكاً بقوة إلا أن أطراف اللايت تفقد بعض البوتاسيوم وتدخل أيونات متأدرة وجزيئات ماء مما يؤدي إلى تمدد أطراف البلورة فقط مع بقاء الجزء الأكبر منها في صورة متضاعطة ولذا فإن المعدن يعطي بعد بلوري (10 A) أنجستروم وحزمة منتشرة ذات أبعاد متفاوتة بين (10-10 A) أنجستروم.

التركيب الكيميائي العام لهذا المعدن هو:



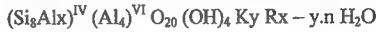
والتركيب البنائي $(Si_8 - xAlx)^{IV} (Al_4)^{VI} O_{20} (OH)_4 Kx$

وقد يختلف عدد الأيونات بسبب الإحلال المتماثل البسيط في طبقة التتراهيدرا أي أن الألومنيوم (Al) يحل محل بعض السليكون في صفحة [Titra] وإحلال (Mg) أو (Fe) بدل (Al) في صفحة (Oct.) والصوديوم والكالسيوم بدل K بين الطبقات ولذا تركيبه الكيميائي متفاوت ويعتبر حجم الحبيبة متوسط مقارنة بالمعادن الثانوية السليكاتية الأخرى ونسبة عدد طبقات (Titrah) إلى الأكتاهيدرا (2 : 1) والشحنة الكلية منخفضة بسبب أن الإحلال المتماثل يكون قليل جداً ولذا سعة التبادل الكاتيوني منخفضة (25-30 مليمكافى / 100 جرام) ولو حل محل البوتاسيوم جزيئات ماء في الأطراف لأزِيل هذا الماء (Dehydr.) عند 550 درجة ولذا يعتبر هذا المعدن من المعادن شبه الممتدة لدخول بعض جزيئات الماء بدل البوتاسيوم بين الطبقات ولذا البوتاسيوم منخفض.

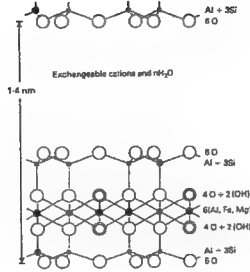
الفيرموكلايت "Vermiculite"

معدن ثانوي سليكاتي طيني ثنائي أو ثلاثي الأوكتايدرا ولكن غالباً ثنائي الأكتاهيدرا ويشق من تجوية الميكا الثنائية الأكتاهيدرا "Muscovital" أو الثلاثية أو الألييت الثانوية باستبدال البوتاسيوم الموجود بين الطبقات ودخول أيونات منأورنة مثل [Na، Mg،Ca] مما يؤدي إلى تمدد هذا المعدن ولكن نظراً لارتفاع شحنة الفيرموكلايت (الثلاثي) فإن التمدد يكون محدوداً لوجود كاتيونات متبادلة كثيرة، وقدرة الفيرموكلايت الثنائي الأكتاهيدرا على تثبيت البوتاسيوم تكون عالية رغم انخفاض شحنته عن الثلاثي الأكتاهيدرا لذا فإن معدن الفيرموكلايت يتميز بالبعد البلوري [14A] والذي يتحول إلى [10A] بالمعاملة بمحلول كلوريد البوتاسيوم [KCl] والجفاف.

ويحتوي معدن الفيرموكلايت على ماء بين الطبقات أكثر من الميكا ولكن الماء البلوري متساوي والسعة التبادلية الكاتيونية لهذا المعدن مرتفعة 150-220 مليمكافئ/100 جرام والسطح النوعي كبير نظراً لتمدد المعدن وصغر حجم حبيباته، والإحلال المتماثل في هذا المعدن يتم في طبقة الأكتاهيدرا ونسبة عدد طبقات الأكتاهيدرا إلى النتراهيدرا 1 : 2، والتركيب البنائي لوحدة الخلية لمعدن الفيرموكلايت الثنائي الأكتاهيدرا [نظر الشكل 2-12] هو كالتالي:



ولكن التركيب الكيميائي العام $(\text{Al}_2 \text{Mg}) \text{Si}_3 \text{Al}_1 (\text{OH})_{2.n} \text{H}_2\text{O}$



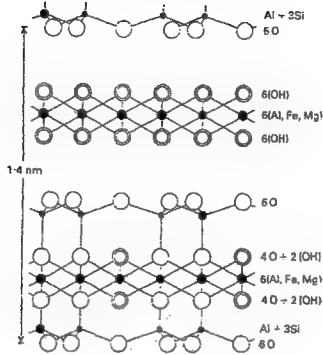
(شكل 2-12): التركيب البلوري لمعدن الفيرميكلايت
[Structure of Vermiculite]

ولا يوجد هذا المعدن نقياً في الطبيعة ويوجد هذا المعدن في المكون الناعم (الغرين والطين) من التربة وعند تسخين هذا المعدن بعض (Al) ينطلق من البناء البلوري ويمكن أن يثبت مرة أخرى وأيضاً عند تجوية هذا المعدن بعض الألومنيوم الحر يتكون ويمكن أن يثبت مرة أخرى وأيضاً عند تجوية هذا المعدن بعض الألومنيوم الحر يتكون ويمكن أن يثبت بين الطبقات مثل الكاتيونات الأخرى وبسهولة تتكون مركبات مضاعفة الأصل (بوليمر) مشحونة

والتي تؤثر في معادلة الشحنة المالبية الزائدة الناتجة من الإحلال بين طبقات المعدن غير قابل للتبادل الكاتيوني بكاتيونات أخرى ولذا تقل سعة التبادل الكاتيوني إذا حدث ذلك.

الكلوريت "Cholorite"

معدن ثانوي سليكاتي طيني يتكون بنائه من أربع صفائح 2 : 1 : 1 [شكل 2-13] أي صفيحتين تتراهيدرا وصفيحتين أوكتايدرا وهو عبارة عن سليكات الحديد والمغنيسيوم والألومنيوم المائية ويتميز بلون أخضر وهيئة بلورية صفائح وانفصام في صفائح غير مرنة ويعبر الكلوريت من المعادن الشائعة الانتشار ذات النشأة الثانوية (بالرغم من أن الكلوريت ثلاثي الأكتاهيدرا يعتبر أولي) ويتكون الكلواريت من تحلل البيركسمينات (Augite) [Pyroxine] أو الأمفيبول أو (mblend) وقد يتكون بعملية التحول لمعادن (2 : 1) بإضافة طبقة بروسايت عليها مع وجود تركيزات عالية من المغنيسيوم وظروف قلوية.



(شكل 2-13): التركيب البللّكي لمعدن الكلوريت
[Structure of Chlorite]

ويعطي هذا المعدن بعداً بلورياً مقداره (14) انجستروم ولا يتغير هذا البعد بالمعاملة بالبوتاسيوم أو بتسخين المعدن إلى درجة 550 م ولكن المعدن ينحطم عند درجة 650م.

لا يمتد هذا المعدن عند وجود الماء لأن الإحلال في طبقة التتراهيدرا (Tir.) يعوض بدخول طبقة برومايت والتي تسمك بقوة بالشحنتين السالبتين لوحة الخلية لذا الكلوراييت له سعة تبادلية منخفضة جداً ومنعدمة كون الإحلال المتمثل في طبقة التتراهيدرا يتعوض بالبروسيت ومعظم أنواع الكلوريت ثلاثية الأكتاهيدرا ولكن هناك أنواع ثنائية الأكتاهيدرا تتواجد في التربة، وتوجد شحنة سالبة زائدة في طبقة التيتراهيدرا بسبب الإحلال المتمثل للسليكا بالألومنيوم وطبقة البروسيت فيها شحنة (+) نتيجة الإحلال للألمنيوم بالأيونات الثنائية التكافؤ.

وتركييب معدن الكلوريت الكيمياءى:



رغم أن التركيب الكيمياءى قد يتباين كثيراً بسبب إحلال الحديد والمغنيسيوم بدرجات متفاوتة ويتميز الكلوراييت بتراص الطبقة الهيدروكسيلية بشكل خطوط ووجود أكسدة للحديدوز والذي يوضح حدوث التجوية فيه.

السمكتاييت "S mctite"

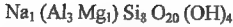
السمكتاييت معدن ثانوى سليكاتى طينى ذو نمبة (2 : 1) لصفائح التيتراهيدرا إلى الأكتاهيدرا. يضم معادن ثنائية الأكتاهيدرا (المونتمولينات والبيدلايت والنترولنايت) وثلاثية الأكتاهيدرا مثل [السمابونيت والهكتاريت (Hectorite) والاستيفنسأيت (Stevensite)] وتتميز معظم معادن السمكتاييت بالتمدد الكامل بالماء لانخفاض الشحنة السالبة. وتعطى هذه المعادن بعداً بلورياً ممتدداً يزيد عن (A17) وتختلف اختلافاً كبيراً في تركيبها وتعتبر هذه المعادن

مهمة جداً في التربة نظراً للدور الكبير الذي تلعبه في التفاعلات التي تحدث في التربة مثل تبادل الأيونات والتمدد والانكماش وفي تأثيرها على الصفات الطبيعية للتربة ولذلك تتميز هذه المعادن بسعة تبادلية عالية (70-140 مليمكافئ/100جم) وقدرة عالية على التمدد والانكماش بين الطبقات وينتفخ عند وجود كميات كبيرة من الماء وسلقوم بدراسة معادن هذه المجموعة لأهميتها:

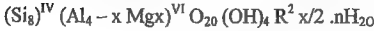
1- معادن المونتموريلينايت:- (Montmorillonite)

يتكون هذا المعدن من الالاييت بالإحلال المتماثل في صفيحة الأوكتاهايدرا (Octahedra Sheet) بدخول المغنيسيوم محل الألومنيوم وامتصاص جزيئات من الماء بين طبقات المعدن أو من معادن الميكا الأولية بجميع أنواعها نتيجة التجوية والتأذرت أو من المحاليل الأرضية بالسليكا والألومنيوم والمغنيسيوم والقواعد ويعتبر المونتموريلينايت "Montmor" ثنائي الأوكتاهايدرا أي أن الألومنيوم الثلاثي التكافؤ والحديد الثلاثي التكافؤ يتولجد في صفيحة الأوكتاهايدرا في كل موقعين من ثلاثة مواقع ولا يوجد إحلال متماثل في صفيحة التيترايدرا (رباعية الأوجه) ولذا فنقص الشحنة تكون في صفيحة الـ "Octahydrs" ولذا مصدر السعة التبادلية هو الإحلال المتماثل في طبقة الأوكتاهايدرا فالمغنيسيوم Mg^{+2} يحل محل جزء من الألومنيوم Al^{+3} وهذا الإحلال يختلف مقداره مما يؤدي إلى اختلاف شحنة المعدن وبالتالي اختلاف سعته التبادلية وينفخ معدن المونتموريلينايت بالماء حيث يمتص 4 جزيئات من الماء أو أكثر ولذا بعده البلوري مختلف بين 12-18 Å ولا يثبت معدن المونتموريلينايت اليوتاسيوم أو الألومنيوم بسبب انخفاض شحنته وكون مصدر الشحنة من طبقة الأوكتاهايدرا أي أن الشحنة مصدرها بعيد عن السطح.

والرمز الكيميائي للمونتورينايت هو:

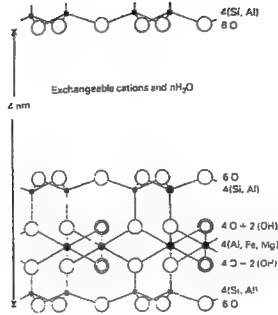


أما التركيب البنائي للمعدن [أنظر شكل 2-14] فهو كالتالي:



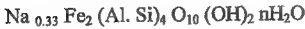
2. معدن النترونيت "Nontronite"

النترونيت معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السمكاتيت ثنائية الأوكتايدرا يتكون من إذلال الحديد محل الألمنيوم في صفحة الأكتايدرا ودخول جزيئات ماء في معدن الباراجونيت Paragonite



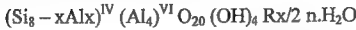
(شكل 2-14): التركيب البلوري لمعدن المونتموريلينايت
[Structure of Montmorillonite]

والبعد البلوري يختلف ويوجد دائماً به (Al) في طبقة الأكتاهيدرا وفيه نسبة كبيرة من الحديد وتركيبه الكيميائي:



3. معدن البيداليت "Beidallit"

تتكون الشحنة الناقصة في صفيحة التيتراهدرا (Tetrahydra) وتركيبه البنائي:



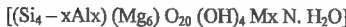
4. معدن الهكتورايت "Hectorite"

معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السمكتايت ثلاثية الأكتاهيدرا يتكون من معدن البيروفيليت "Pyrophyllite" بالإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا بدخول الليثيوم محل جزئي من المغنيسيوم ولذا الشحنة الناتجة مصدرها صفيحة الأكتاهيدرا مع دخول ماء وتركيبه الكيميائي:



5. معدن السابونيت "Saponite"

معدن ثانوي طيني سليكاتي من مجموعة السمكتايت ثلاثية الأكتاهيدرا يتكون من الإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا (لذا تتكون الشحنة الناقصة من هذه الصفيحة) لمعدن تلك أبعد قليلاً من ذرات الألومنيوم تتراوح ما بين 25-75 ذرة محل مماثل من السليكون لكل نصف خلية ونتيجة ذلك الإحلال تكون شحنته السالبة أقل من الشحنة الناتجة في الميكا وتدخل جزيئات الماء ولذا فالمعدن يتمدد ورمزه الكيميائي $(\text{Na Mg}_3 (\text{Si Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH}) \cdot \text{N} \cdot \text{H}_2\text{O})$ وتركيبه البنائي



معادن الإستيفنساييت "Stevensite"

معادن سميكتائيتي ثلاثي الأكتاهيدرا ويتميز بنقص الشحنة بسبب أن بعض المواقع الأكتاهيدرية في صفحة الأكتاهيدرا فاضية.

وتركيبه العام:



زولايت "Zeolites"

الزوليتات معادن سليكاتية ثانوية غير طبقية تتكون من السليكات المتأدنة المتشابهة في التركيب الكيميائي وتكون سليكات الألومنيوم والصوديوم والكالسيوم هي المكون الأساسي لهذه المعادن وتحتوي على نسبة كبيرة من الماء توجد في كهوف وفجوات طويلة مختلفة الأشكال في داخل بناء هذه المعادن، وتتكون هذه المعادن من سلاسل حلقية متصلة ببعضها بالكاتيونات البينية، وتضم الزوليتات عائلة كبيرة من المعادن إلا أن أهمها هي:

- الأبالساييت "Analcite" ذو شكل مكعب

وتركيبه الكيميائي:



- الهولنداييت "Heulandite" ذو شكل صفائحي

وتركيبه الكيميائي:



- الشابزيت "Chabazite" ذو شكل مكعبي

وتركيبه الكيميائي:



- الناتروليت "Natrolite" ذو شكل خيطي (نسيجي) (Fibrous)

وتركيبه الكيميائي:



وتتحول بعض معادن الزيوليتات إلى معادن أخرى للزيوليتات بمجرد معاملتها بمحاليل ملحية مثل معدن الأناالسيت "Analcite" يتحول إلى معدن الليوسايت "Leucite" عند معاملته بمحلول كلوريد بوتاسيوم مركز، ويسود معدن الليوسايت في الصخور البركانية وفي الترب التي تحتوي على رماد بركاني.

وتتميز معادن الزيوليتات بسعة تبادلية مرتفعة جداً بين (100-300 ملليمكافى/100جم) لذا تعتبر مهمة في التربة إضافة إلى أن معادن الزيوليت عند تسخينها بالحرارة يطرد الماء منها بسهولة ولا يتحطم لبناء الذري لها مما يعطي أهمية لعمل المرشحات منها (مصافي أو غرابيل).

وتختلف معادن الزيوليتات عن معادن الطين الصفاتية في أن معادن الطين الصفاتية تتكون من طبقات قابلة للانتفاخ بينما الزيوليتات أغلبها صلب

غير قابل للانتفاخ لذلك لا يمكنها إسكان أيونات أكبر من حجم معين. وتوجد مغلب هذه المعادن في الأراضي القلوية وتعطي الزيولايت بعداً بلورياً يتراوح ما بين (2-3، 2 A).

"Hermite" الهورمايت

تشمل هذه المجموعة عدة معادن طينية سليكاتية (Clay sil.) خيطية غير طبقية (Fibrous) تتميز بخطوط بشكل ممرات (Baths - shaped) وتختلف فيما بينها بعدد خطوط السليكا وطول الألياف وهذه المعادن طبقاتها غير مستمرة وتركيبها العام، $\{[Mg Al]_2 Si_4 O_{10} (OH)_4 H_2O\}$ ومن معادن هذه المجموعة السيبولاييت "Sepiolite" والأتابولتايت "Altapulgite" والباليقورسكايت "Playgorskite"، ومن ناحية البناء نجد أن معدن السيبوليت يختلف في بنائه عن الأتابولجيت والباليقورسكايت المتشابهين في البناء رغم أن لسيوليت والأتابولجيت لهما نفس التركيب. ويختلف الأتابولنفايت عن الباليقورسكايت في أن طول ألياف الأتابولنفايت أقصر من الباليقورسكايت وتمتد وحدة طبقة السليكا Si_2O_3 في اتجاه موازي بشكل خطوط لمحور الألياف بينما تكون خطوط السليكا في حالة الأتابولتايت (4) خطوط بينما في حالة السيبولاييت تكون (6) خطوط، وهذا يعطي السيبولاييت تكوين ممرات عريضة (3.8×9.4 A انجستروم) والماء الموجود في ممرات معادن الهورمايت نوعين:

النوع الأول: عبارة عن جزيئات ماء لتكملة إعداد الارتباط للمغنيسيوم والألومنيوم في طرف الأكتاهيدرا.

أما النوع الثاني: فهو عبارة عن جزيئات ماء عادية تملأ القنوات ويمكن إزالتها بالتسخين.

ويؤدي لإحلال الألومنيوم محل السليكون في صفيحة التيتراهدرا إلى تكوين شحنة عالية لهذه المعادن، إلا أن جزء من هذه الشحنة يحدث له تعويض نتيجة للإحلال المتماثل في صفيحة الأكتاهيدرا مما يؤدي إلى أن طبقة الأكتاهيدرا تكون موجبة الشحنة وبذا تنخفض الشحنة السالبة للنااتجة عن الإحلال في التيتراهدرا. والسعة للتبادلية لهذه لمعادن تتراوح من (24-26 ملي مكافئ/100جم) من المعدن على أساس للوزن بعد الاحتراق ويمكن التعرف على حبيبات هذا المعدن بسهولة تحت الميكروسكوب الإلكتروني عن طريق وجود الألياف المختلفة الحجم للمعادن المختلفة في مجموعة الهورمايت وتتراوح أبعاد هذه الألياف (17 ملليمكرون) في العرض وبين (600-700 ملليمكرون) في الطول أما السمك فيكون صغيراً.

الألوفان "Allophane"

يعتبر الألوفان معدن ثانوي سليكاتي غير مقبلور لذا فإنه لا يعطي خطوطاً مميزة بواسطة الأشعة السينية ولكن بعض أنواع الألوفان تعطي خطوطاً ضعيفة في حالات نادرة، ويختلف تركيب الألوفان من عينة إلى أخرى اختلافاً كبيراً بل إنه يصعب إعطاء تركيب معين للألوفان بسبب صعوبة الحصول على عينة نقية من الألوفان ولكنه بشكل عام تكون نسبة السليكا إلى أكاسيد العناصر.

($R_2O_3 : SiO_2$) في معدن الألوفان تقل عنها في حالة معادن الطين وأن محتوى الألوفان للكائنات من القلويات الأرضية منخفضة للغاية، ويحتوي الألوفان على نسبة عالية من الفوسفات تصل إلى أكثر من 10% في صورة (P_2O_5) .

وللألوفان سعة تبادلية كاتيونية تتراوح ما بين (25-50 مللي مكافئ/100جم). وتزداد السعة التبادلية الكاتيونية بارتفاع قلوية الوسط، بينما تزداد سعته التبادلية الأيونية بزيادة حموضة الوسط، وتحتوي جميع الترب على الألوفان ولو بكميات قليلة إلا أن الترب المتكونة من الرماد البركاني تكون نسبة الألوفان كبيرة فيها وخاصة عند وجود كميات ضئيلة من القلويات والقلويات الأرضية مثل المغنيسيوم ويصحب تولد الألوفان تولد معدن الهالوزات.

الإنكيرايت "Ankerite"

معدن ثانوي لا سليكاتي يتكون من إحلال أيونات الحديد والمنغنيز بدل بعض أيونات المغنيسيوم في معدن الدولومايت ($\text{Ca CO}_3 \text{ Mg CO}_3$) ولذا فإن تركيبه الكيميائي $\text{CaCO}_3, (\text{Mg Fe, Mn})$ ويتبلور هذا المعدن في فصيلة الثلاثي وهو معدن عديم اللون أو أبيض مصفر أو يعيل إلى البني أو الرصاصي وبريقه زجاجي أو لؤلؤي، شفاف إلى نصف شفاف وأحياناً معتم في الأنواع غير النقية الكتلية، مكسر هذه المعادن محاري أو غير مستوي، هش، له انقسام معيني كامل، الصلابة (3.5-4) والوزن النوعي (2.85) ويأتي إلى التربة عن طريق تجوية مادة الأصل التي تكون غالباً حجر جيرى (دولوميت) ويتواجد هذا المعدن في التربة الجيرية ويعتبر المعدن قليل الذوبان في الماء ولكنه يذوب في المحاليل الحامضية.

الكالسايت "Calcite" (Lime)

معدن ثانوي غير سليكاتي يتكون في التربة من المواد المنقولة الجيرية ويتكون محلياً من تجوية وكرينة مادة الأصل المحتوية على كالسيوم، وكونه يذوب بسرعة عند وجود أحماض كربونية فإنه يغسل في الترب الرطبة ولذا

ينتشر في الترب الجافة والشبه جافة ويعتبر من معادن الكربونات اللامائية وتركيبه الكيميائي $[CaCO_3]$ الثانوية ويتبلور في فصيلة السداسي وهو معدن عديم اللون أو أبيض وقد يكون مائلاً للأصفر أو الأزرق ويوجد على هيئة بلورات منفصلة أو بشكل حبيبي أو ليفي وعلى هيئة هيف (ميسيليا) شفاف أو نصف شفاف بريقه زجاجي أو لؤلؤي وأحياناً مطفي، مكسره محاري، مخدشه أبيض، الانقسام كامل وسهل في ثلاثة مستويات، الصلابة أقل من المتوسط (3) والوزن النوعي متوسط (2.72) الأنواع الشفافة والنقية منه تسمى (إيسلاند سبار) يتفاعل بشدة مع حمض الهيدروكلوريك ويتواجد في الترب الجيرية ويستخدم في البناء وفي صناعة الإسمنت والبصريات.

الجبساييت "Gibbsite"

معدن الجبساييت عبارة عن معدن ثانوي لا سليكاتي يتركب كيميائياً من $[Al(OH)_3]$ ويتواجد بكثرة في الترب التي فيها ظروف تجوية شديدة متقدمة وغسيل عالي مثل المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وفي الجزء الناعم (الطيني) من التربة أو الخشن في صورة حبيبات مركبة ويتكون من تجوية الكاولينايت وتأثيره سلبي في خصوبة التربة وإذا يعتبر هذا المعدن معدن طيني أكسدي، وبللورات هذا المعدن صغيرة جداً، وعند تحليله بالأشعة السينية يعطي بعداً بلورياً من (4.3-4.8 Å) ويلعب هذا المعدن دوراً في كيمياء العناصر من حيث التآثرات والتشتت ويعتبر وجوده في التربة دلالة على مدى شدة عمليات التجوية الكيميائية.

الجويثايت [FeO(OH) "Goethite"]

معادن ثانوي لا سليكاتي يتكون في التربة عادة من التبلور البطيء لهيدروكسيدات الحديد أو أكسيد الحديدك ويعتبر من المعادن الأكاسيدية المتأترنة يتبلور في فصيلة المعيني القائم، لونه أسود بني وأحياناً مصفر، يوجد في صورة مجموعات بلورية كروية أو شعاعية، البريق ماسي أو حريز، مخدشه بني مصفر أو داكن معتم، مكسره شبه محاري أو غير مستوي، به انفصام واضح للصلابة متوسطة (5-5.5) والوزن النوعي متوسط (4.4) ويوجد بكثرة في التربة الحديدية "Latterite" كمادة متبرقشة، ويعتبر مكون رئيسي في الـ (Bauxite) ويعطي بعداً بلورياً بأشعة x عند 2.69 و 4.18 Å ويتحول إلى "Hematite" عند 400 درجة مئوية.

الجبس "Gypsum"

الجبس معادن ثانوي لا سليكاتي من معادن الكربونات المائية وتركيبه الكيميائي كبريتات الكالسيوم $[Ca SO_4 \cdot 2H_2O]$ ، ويتبلور في فصيلة أحادي الميل عديم اللون أو أبيض أو رمادي أو أصفر أو أحمر حسب وجود الشوائب يوجد على هيئة بلورات أو كتل حبيبية أو ألياف، البريق زجاجي وحريزي ولؤلؤي حسب نوع الشوائب، شفاف إلى نصف شفاف، مخدشه أبيض، مكسره محاري، الانفصام كامل وينقسم بسهولة إلى قشور أو ألياف رقيقة، الصلابة منخفضة (2) ويخدش بسهولة بالأظفار، الوزن النوعي منخفض (2.32)، عند تسخينه فوق 100م يفقد جزءاً من مائه ويوجد في التربة مع الهاليت، ويستخدم في صناعة السماد الكيماوي (كمخفض لدرجته القلوية في التربة) وصناعة الزجاج والورق والإسمنت والطلاء، وله انعكاس بأشعة X عند 7.56 و 3.06 Å.

و 2.27 A) هذه الانعكاسات تتحطم عند التسخين بدرجة حرارة مقدارها 250 درجة مئوية.

الهيماتيت "[Fe₂O₃] "Haematite"

الهيماتيت من المعادن الأكاسيدية اللامائية ذو نشأة ثانوية غير سسلكتية ويتكون من أكسيد الحديد (FeO₃) في التربة ويتواجد بشكل حبيبات صغيرة جداً شبه ميكروسكوبية ويتكون من المعادن الأولية الحديدية ويعتبر مكون أساسي في ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ويعطي اللون الأحمر للتربة (Plinthite) ويتواجد الهيماتيت في الجزء الخشن من التربة (الرميل والملت) في صورة حبيبات مركبة أو نويات "Concretion" ويعتبر مقاوم للتجوية عند تواجده في الصخور الأمية الأولية ولكن في التربة يكون سهل التجوية بصلابة (1) ويتبلور هذا المعدن في فصيلة الثلاثي ولونه أحمر يميل إلى البني أو الأنواع المتبلورة ومطفي في الأنواع الترابية معتم، مخدشه أحمر أو بني، الانقسام ضعيف، مكسره محاري أو خشن، الصلابة فوق (4.5-5.5) ولكن في الأنواع الترابية واللطينية (1) والوزن النوعي عالي (4.8-5.3) ويتواجد في جميع أنواع الصخور وفي ترب المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ويعطي الهيماتيت بعداً بلورياً بأشعة X (2.69 2.51 3.67 A).

الهالايت "Halite" (NaCl)

معدن ثانوي لاسيليكاتي متبلور يتواجد في الصخور مع الكلس وفي التربة يتواجد في المواد الأمية للتربة ولكن غالباً يتبلور محلياً في المطول الترابي المالح وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ويتراكم في التربة في الفراغ الهوائي وحول سطح حبيبات التربة. ويذوب هذا المعدن في التربة وقد تنفصل

مكوناته وتتحد من جديد ويتكون هذا المعدن من كلوريد الصوديوم، يتبلور في فصيلة المكعبي، معدن عديم اللون أو أبيض وكثيراً ما يميل إلى الاصفرار أو الاحمرار أو الزرقة لوجود شوائب به، يوجد على هيئة بلورات مكعبة الشكل أو على هيئة كتل حبيبية، شفاف إلى نصف شفاف البريق زجاجي، المخدش أبيض صغير، سهل الذوبان في الماء، له مذاق ملحي خاص، الصلابة منخفضة (2.5) الوزن النوعي منخفض (2.16) يتواجد في الترب المالحة (saline soil) وعند تواجده بكثرة يكون أفق ملحي يعرف بالـ "Salic Horizon".

الجاروسايت "Jarosite"

معدن ثانوي لا سليكاتي متبلور عند وجوده في التربة يخفض تركيز التربة (PH) إلى أقل من 3.5 ويعتبر معدن ضار (سام) لنمو النبات وهو المسؤول عن تكوين أفق السلفريك (Sulfric) في التراب المبتدئة التكوين (Inceptisols) ويتكون الجاروسايت في الترب التي بها تصريف صناعي وترب مصبا الأنهار ويغطي بفتحات بنية حمرة صفراء أو غبراء للتربة وبناءه متماسك أو كتلي زاوي كبير ويعتبر معدن من معادن المولفات الحديدية وتركيبه الكيميائي $[KFe_3(SO_4)_2(OH)_6]$ ويظهر الجاروسايت في التربة بشكل منفرد أو بتجمعات ناعمة مكعبة. ويتكون نتيجة أكسدة معدن البيرايت (Pyrite)، انفصال Cleavage كامل في اتجاه واحد.

ومن المعادن التي قد تتكون عند تكون الجاروسايت معادن أكاسيد الحديد للمائية غير المتبلورة مثل معدن الليمونيت $[Fe_2O_3 \cdot nH_2O]$ (Limonit) والجويثايت $[Fe_2O_3 \cdot 2H_2O]$. ومعدن البيرايت $[Fe_2S_2]$ (Pyrite) والذي يعتبر من المعادن الكبريتية اللامائية ويتكون غالباً في التربة محلياً بتفاعل حديد

للتربة مع السولفات المائية لماء البحر لذا فأغلب الترب التي تحتوي على معادن الجاروسايت تتكون في المناطق غير الخصبة كونها حامضية حيث قد تصل درجة الحموضة PH أقل من 3.5 (أي حامضة جداً) وتدخل ترب هذا النوع في التصنيف الحديث للتربة في مجموعة الـ "Sulfaquents" ويكون لون الأفق الذي يحتوي على (جاروسايت) أصغر حيث أن "الجاروسايت" يعبر الممرات الترابية وبسمك قد يصل إلى 1سم. هذا ويعتبر معدن "الجاروسايت" سام للنباتات. وفي الصخور تكون "الجاروسايت" كنتاج لتجوية السولفايد الموجودة في محتوى الصخور.

ملاحظات هامة بصدد شحنات المعادن والإحلال:

1. في صفيحة الأوكتايدرا "Octahydra" تكون الصفيحة ثنائية الأكتاهيدرا (أي يتكون وحدتين أوكتايدريتين في كل ثلاث مواقع أوكتايدرية) وكون الكاتيونات الموجودة ثلاثي التكافؤ وبالتالي سيكون تعادل الشحنة للطبقة ممكناً بكتيونين، بينما تكون الصفيحة ثلاثية الأوكتايدرا (أي كل المواقع الأكتاهيدرية توجد في وحدات أوكتايدرية) كون الكاتيونات الموجودة ثنائي التكافؤ وبالتالي سيكون تعادل للشحنة لطبقة الأكتاهيدرا بثلاثة بكتيونات ثنائية التكافؤ ممكناً.

ولذا $\text{Fe}^{+2} \leftarrow \text{Tricothedral} \leftarrow \text{Fe}^{+3} \text{ Dioctohydr.}$

2. يتم معادلة نقص الشحنة السالبة في صفيحة ما بالشحنة السالبة للزائدة للصفيحة المجاورة بينما يتم معادلة الزيادة في الشحنة السالبة لطبقة ما في وحدة الخلية للمعدن إما بالكاتيونات الموجودة في الطبقات في وحدة

الخلية أو بالكاتيونات الموجودة خارج وحدة الخلية وهذا كله يؤثر في ظاهرة سعة التبادل الكاتيوني والطبقة المزدوجة.

3. المعادن عالية الشحنة أي التي يكون فيها شحنة الخلية سالبة أكثر من 1.2 لوحدية الخلية يكون للتمدد فيها محدود مثل (الفيرمكلانيت) بسبب وجود كمية كبيرة من الكاتيونات المتبادلة بين الطبقات (Interlayer Space) والتي تمنع دخول السائل القطبي بكميات كافية إلى فراغ بين الطبقات (Interlayers)، بينما المعادن منخفضة الشحنة (0.4-1.02) لكل وحدة خلية مثل معدن "Smectite" تأخذ كمية كبيرة من الماء بين الطبقات وإذا تمدد أكثر بسبب وجود كاتيونات متبادلة قليلة بين الطبقات وطاقة تميوها كبيرة.

4. التمدد والانكماش والانتشار والترسيب سببهم الطبقة المزدوجة (Double layer) والتي توجد بين طبقات المعادن الصفائحية (Layer Mineral).

5. الطبقة في المعادن تتكون من صفائح والصفائح من مستويات.

الباب الثالث

العمليات الجيولوجية الخارجية

إن العمليات الجيولوجية الخارجية هي تلك العمليات النشطة التي تحدث على سطح القشرة الأرضية تحت تأثير عوامل أهمها:

الهواء (ساكن أو متحرك) والمياه (سيول - أنهار - بحار - محيطات) والجليد والجاذبية الأرضية، وتعمل هذه العمليات متظافرة أو مستقلة في تفتيت ونقل وترسيب المكونات في المناطق المنخفضة. أي أن تأثيرها إجمالياً يتجه نحو تسوية سطح الأرض، بعكس العوامل الجيولوجية الداخلية والتي تؤثر في بناء تضاريس جديدة أي تسعى نحو تكوين هضاب وتلال أي أن هناك تنافس عكسي بين تأثير العمليات الجيولوجية الداخلية والخارجية فالأولى تسعى إلى بناء تضاريس جديدة بينما العمليات الأخرى تسعى إلى هدم هذا البناء وتسوية سطح الأرض ولكننا في هذا الباب سنناقش فقط العمليات الجيولوجية الخارجية والتي تحدث تحت تأثير عوامل عديدة (مناخية فيزيائية وكيميائية وحيوية) وتعمل هذه العوامل متظافرة أو مستقلة. فمثلاً نجد في عملية التجوية تأثير مناخي (بالأمطار أو الرياح أو الحرارة) وتأثير حيوي بالكائنات الحية أو الحيوانات وتأثير فيزيائي بالجاذبية أو بالجليد وتأثير كيميائي في تجوية الصخور كيميائياً ولذا فإن تأثير هذه العوامل تظافري في هذه الحالة، وقد يكون التأثير مستقل أي لعامل واحد كتكون الكثبان الرملية بالرياح فقط، وقد يؤثر عنصر واحد لأحد العوامل في عمليتين مختلفتين كتأثير الماء مثلاً في التجوية كما أنه يلعب أيضاً دوراً آخر في عملية التعرية في نقل المواد وسطحها من أماكن التجوية والتعرية. هذا ويلعب الماء دوراً هاماً في التجوية الفيزيائية والكيميائية كما أنه يلعب أيضاً دوراً هاماً في عمليات تكوين التربة مثل التحلل والتميؤ

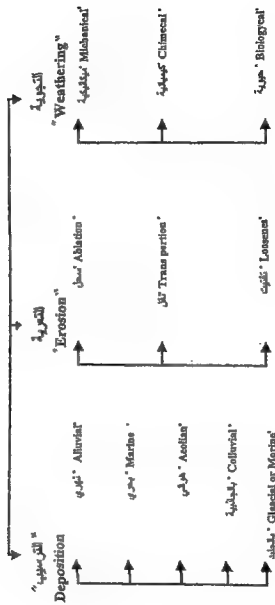
والاختزال وهجرة الأكاسيد والطين. وبوجود الماء تتم عملية التبادل الكاتيوني بالتربة والنبات.

ويمكن تقسيم العمليات الجيولوجية الخارجية من حيث التأثير إلى ثلاث عمليات رئيسية [أنظر شكل 3-1] وهذه العمليات هي:

أ- التجوية "Weathering"

التجوية هي عبارة عن مجموعة من العمليات (كيميائية فيزيائية حيوية) تعمل متضافرة في تكسير وتفتيت وتحليل وتحول المكونات الأولية للصخور والرسوبيات دون نقلها إلا بمقدار الإزاحة والجانبية، هذا وتتوقف سرعة التجوية بجميع أشكالها على التركيب المعدني للصخر، (Rock Forming Mineral) ونسجه الصخر وبنائها (Texture & Structure) وصلابتها والمناخ والتضاريس والزمن. فنجد مثلاً أن التجوية تكون سريعة عندما تحتوي الصخور على معادن داكنة مثل

(Hemnite، Magnetite، Biotite، Hornblend، Augite، Olivine)



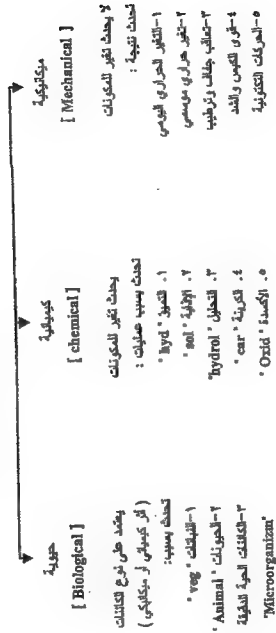
(شكل 3-1): العمليات الجيولوجية الخارجية
[External Geol. Processes]

بينما تقل كثافة التجوية عندما تحتوي الصخور على معادن فاتحة مثل معادن (الميلكا - والفلسبار والفلسبار ثويد) كما أن التجوية تزداد كثافتها عندما يكون نسيج للصخر كبير الحبيبات وبناء الصخر يحتوي على مسامات وفواصل وصلابة المعادن ضعيفة مثلاً التلك والجبس وعلى العكس من ذلك تقل كثافة التجوية عندما يكون نسيج الصخر صغير الحبيبات وبناءه لا يحتوي على مسامات أو فواصل وصلابة المعادن المكونة للصخر كبيرة مثل (الماس والثوباس والكوارتز). كما أنه في المناخ الجاف تسود التجوية الميكانيكية. وكذلك التضاريس تؤثر على أنواع التجوية، ففي المنحدرات الشديدة تسود التجوية الميكانيكية وفي القيعان (السهول) تسود التجوية الكيميائية أما بالنسبة لتأثير الزمن على الأنواع المختلفة في التجوية فيكون تأثيره أكثر بزيادة معدل الزمن ومن حيث الأثر يمكن تقسيم للتجوية إلى ثلاث أنواع رئيسية [شكل 3-2] كالآتي:

1- التجوية الميكانيكية "Mechanical Weathering"

في هذا النوع من التجوية يحدث تكسير وتفتيت المواد الصخرية مع بقاء التركيب الكيميائي والمعدني للصخر دون تغيير وتحدث نتيجة التأثير المتضافر للماء والحرارة فعند تعرض سطح الصخور لحرارات مختلفة يحدث تقشر للصخر فتدخل كمية من مياه الأمطار أو السيول إلى تلك الشقوق ويانخفض درجة الحرارة يتجمد الماء الموجود في تلك الشقوق ويزداد حجم الماء نتيجة تحوله إلى جليد مما يؤدي إلى تكسير الطبقات السطحية للصخور، كما أن التغير اليومي والموسمي في درجات الحرارة يؤثر أيضاً على تشقق وتكسير أسطح الصخور ويسود هذا النوع من التجوية في المناطق الجافة والرطوبة الباردة.

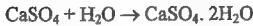
Weathering



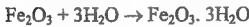
(شكل 2-3) التجوية
Weathering

2- التجوية الكيميائية "Chemical Weathering"

في هذا النوع من التجوية يتم تفتيت وتحليل المواد المكونة للصخور وتحول بعض معادنها الأولية إلى معادن ثانوية نتيجة التأثير المتضافر للعمليات الكيميائية وهذه العمليات هي: التأثرت أو التميؤ و الذوبان والتحلل المائي والأكسدة والكربنة ففي عملية التأثرت تتحد جزيئات الماء مع بعض المعادن المكونة للصخر مما يؤدي إلى تكوين معادن جديدة مثل تكون الجبس من الإنهدرايت ومعدن الليمونايت من الهيماتايت حسب المعادلات التالية:



أنهدرايت جيبس



ليمونايت (أصفر) هيماتايت (أحمر)

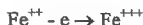
أما في عملية الذوبان (Solution) فيقوم الماء بإذابة بعض المعادن القابلة للذوبان للمكون المعدني للصخور ويتكون محلول مشبع بالمعادن الذائبة وعند زيادة تركيز هذه المعادن (نتيجة تبخر الماء) تترسب هذه المحاليل مكونة صخور جديدة مثل صخور الصواعد والهوابط (Stictite Stlagmite) تاركة فجوات وفراغات في الصخور الأولى (المعروفة باسم الجروف والكهوف).

وفي عملية التحليل المائي (Hydrolysis) يتحلل جزيئ الماء إلى مكوناته $(\text{HO}^-) + (\text{H}^+)$ وتتفاعل هذه المكونات مع معادن الصخور معطية معادن جديدة ثانوية مثل تكون معدن "الكاولينات" من "الأورثوكلاس" حسب المعادلة التالية:



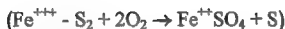
(ORTHOCLASE) (KAOBINITE) (سليكا)

أما في عملية الأكسدة (Oxidation) فيحدث اتحاد الأكسجين مع مركبات أو عناصر معادن الصخور فتتحول تلك المركبات إلى معادن جديدة ثانوية، وتطلب هذه العملية دوراً هاماً في تحويل الصخور إلى تربة ومن أمثلة هذه العملية:



(حديدك) (حديدوز)

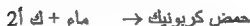
وأكسدة مركبات :



(كبريتات حديدوز) (Burite)

(سهولة الذوبان وتتفاعل مع مركبات أخرى)

أما في عملية الكربنة (Carbonation) فيحدث اتحاد ثاني أكسيد الكربون الجوي مع الماء مكوناً حمض كربونيك فيذيب هذا الحمض كربونات الكالسيوم الموجودة في الصخور الجيرية معطياً بيكربونات الكالسيوم حسب المعادلات التالية:





(بيكربونات الكالسيوم) (حمض كربونيك) (ص جيرية)

وكون بيكربونات الكالسيوم قابلة للذوبان في الماء يؤدي ذلك إلى ذوبان الصخور الجيرية وارتشاحها فتتكون فجوات وكهوف في الصخور الجيرية وتتكون معادن في تلك الكهوف من ترسب بيكربونات الكالسيوم في صورة كربونات الكالسيوم مكونة ما يعرف بالصخور الرسوبية للصاعدة والهابطة (الأسلاكنايت والانتلامايت) وقد تعمل بعض هذه العمليات مشتركة مع بعضها البعض في تجوية الصخور مثال ذلك تحلل الفلوسبارت بفعل التميؤ والذوبان والكرينة مما يؤدي إلى تكون كاولين (مترسب) وكربونات بوتاسيوم (تفعل) وسليكا حسب المعادلة التالية:

فلوسبار (أورثوكلاز) + ماء + ك 2 ← كاولين + سليكا + كربونات كالسيوم (سهلة الذوبان)

3- التجوية الحيوية "Biological Weathering"

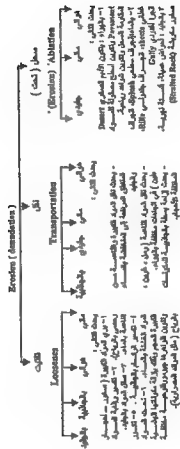
في هذا النوع من التجوية يحدث تحطيم وتفتيت وتحلل وتحول وخلط المواد المعدنية للصخور بفعل الكائنات الحية (نباتية أو حيوانية) الكبيرة أو الدقيقة فمثلاً الأرانب والفئران والثعابين وغيرها من الحيوانات الكبيرة تلعب دوراً هاماً في نبش وتفتيت الحطام الصخري وتحريكه، بينما تقوم جذور النباتات عند نموها بعمل الشروخ والفواصل للصخور مما يؤدي إلى تكسير وتفتيت الصخور كما تقوم الديدان بخلط مكونات الصخور والتربة وفي هذه الحالة يكون التأثير ميكانيكي أي يحدث تفتيت وخلط المكونات دون التغيير في

التركيب الكيميائي، ويسود هذا النوع في المناطق الجافة، بينما الكائنات الحية الدقيقة تلعب دوراً هاماً في تحلل المكونات المعدنية للصخور وتحويلها إلى معادن ثانوية وذلك بسبب إفراز هذه الكائنات الحية الدقيقة مثل (الأشنات، الطحالب، الأكتينومايسات، الفطريات، البكتيريا والفيروسات) أحماضاً عضوية وغازاً تساعد على عملية التحلل والتحول للمكونات المعدنية للصخور مما يؤدي إلى حدوث عمليات مختلفة مثل الكربنة والنشطرة والتآزات، ويعتبر تأثير هذه الكائنات الحية الدقيقة ذات طابع كيميائي في هذه الحالة، ويسود هذا النوع من التجوية في المناطق الرطبة الحارة.

ب- التعرية "Erosion"

بالرغم من أن التعرية كمصطلح أو كتعريف لا يزال تحت الجدل سواء بين أخصائيين التربة أو الجيولوجيين، فالجيولوجيون مثلاً يرون أن التعرية مجموعة عمليات بما في ذلك التجوية كعمليات داخلة في التعرية إضافة إلى عمليات التفتيت (بالنقل والإذابة) والنقل للمواد الصخرية، بينما أخصائيو التربة يحاولون فصل عملية التعرية عن التجوية ولكن يضل الجدل عن نوع العمليات المؤثرة في التعرية ودور هذه العمليات قائم وذلك كون عمليات التعرية تلعب دوراً مثل عملية التفتيت، ففي عملية النقل يحدث إزاحة للمكونات الصخرية وتفتيتها وفي عمليتي التفتيت والسحل (نحت) يحدث أيضاً إزاحة للمكونات الصخرية أثناء نقلها وقبل نقلها أي أن عملية التفتيت تحدث أثناء عملية النقل وتحدث أيضاً أثناء السحل (إزالة) ولذا في هذا الصدد سنحاول طرح منهجية عملية جديدة [أنظر شكل 3-3] وهي:

أولاً: هناك عدة عوامل تؤثر في حدوث عملية التهوية وهي الهواء والماء والجليد والجاذبية والطوبوغرافية.



(شكل 3-3): للتعرية
Erosion (Denudation)

ثانياً: عند تأثير العوامل لمسية لحدوث التعرية تبدأ عملية التعرية في عملها بالتأثير على المكونات الصخرية المفككة الناتجة من عملية التجوية والمكونات الصلبة وذلك من خلال ثلاث طرق السحل - النقل - التفتيت الميكانيكي.

السحل "Ablation"

يقصد بالسحل هنا إزالة المواد المختلفة الحجم من مكان ما بأي وسيلة (ماء، جليد، رياح) دون نقلها بحيث تترك ظواهر هرجيومرفلوجية تسدل على وجود إزالة مواد مختلفة وقد يكون السحل إما بالهواء (الرياح) أو الماء (سيول أو أنهار) أو بالجليد.

ففي حالة السحل بالهواء (الرياح) يتكون الأليسم الصخري (Desert Pavement) وهو عبارة عن أرض مستوية أو متموجة يظهر على سطحها أحجار ويحدث لأسطحها بري (Ablation) بشكل (Mozaic) بحيث تصبح تلك الأسطح مصقولة وتقع تحت تلك الأحجار والحصى مكونات نعامة لم تزال بسبب حماية تلك الأحجار والحصى لها. هذا وقد تتكون شواهد مختلفة عند السحل بالرياح القوية مثل الحصى الرياحي (أسطح عليها حصى أو قطع للصخور تتميز بأوجه مصقولة جداً في جميع الجهات) (Ventifact) والموائد الصحراوية (بشكل موائد ينتجها تآكل الطبقة الرخوة بالرياح) والشواهد الصحراوية والجبال الجزيرية والمنخفضات الصحراوية. أما عندما يكون السحل بتأثير الماء فيحدث عن ذلك تكوين مظاهر سحل مختلفة الأشكال والتي تتكون بالتعرية بالماء (Water Erosion) أي الانجراف المائي وتتكون من الأنواع التالية:

* انجراف سطحي (Splush E.) لا يزيد العمق 1 سم.

* انجراف غطائي (Sheet E.) للعمق 1 - 4 سم.

* انجراف جندولي (Rill E.) للمناطق المنحدرة وعمقه 4سم - 100 سم.

* انجراف أخدودي (Gully E.) للمناطق المنحدرة جداً وعمق أكبر من 1 متر.

عندما يكون السحل بواسطة الجليد يحدث تكوين الظواهر
(الجيومورفولوجية) التالية:

* ألسنة نهريّة في أطراف الأنهار التي عبر فيها الجليد وتبدو صخور
تلك الألسنة مخدشة نتيجة ضغط الجليد عليها وتسمى هذه الصخور
بالصخور المخدشة (Stripped R.).

* أحواض عميقة تكون أسطحها مصقولة ومخدشة نتيجة ضغط الجليد
والمواد المفككة المنقولة بالجليد.

النقل "Transportation"

تحدث عملية النقل مباشرة بعد عملية السحل وتنتقل المواد بجميع أحجامها
(صخور، حصى، رمل، طمي، غرين وطين) وإما بالهواء أو الماء أو الجليد أو
بالجاذبية ورغم أن تلك المواد تتعرض للتكسير والتفتيت والصقل أثناء عملية
النقل. إلا أن عملية التفتيت سنعبرها عملية مستقلة وسناقش العناصر التي

تساعد في نقل تلك المواد. والعناصر التي تساعد في نقل المواد هي الماء والهواء والجليد والجاذبية. فعند نقل المواد المختلفة الأحجام بالماء (السيول والأنهار) تنقل المواد الخشنة إلى مسافات بسيطة نظراً لنقلها بينما تنقل المواد الناعمة إلى مسافات بعيدة وتنقل المواد الكبيرة بالماء عن طريق التخرج نظراً لنقلها بينما تنقل المواد الناعمة بالحمل (التعلق) نتيجة لانخفاض كثافتها وتعتمد مسافة النقل على حجم وسرعة المياه الناقلة وحجم المواد المنقولة ونوع الانحدار الذي تجري فيه المياه الناقلة وحجم المواد المنقولة ونوع الانحدار الذي تجري فيه المياه المحملة بالمواد وعند نقل المواد بالمياه يحدث لها صقل وتآكل وهذه يسهل في معرفة عامل النقل حيث نجد المواد للمنقولة بالمياه تكون حوافها مدورة ومصقولة مما يدل على انتقال المواد بالمياه. ويسود انتشار المواد المنقولة بالمياه في المناطق المنخفضة.

أما عند نقل المواد بالهواء فتنتقل المواد بالحمل للمواد الثقيلة (حسب توفر رياح قوية) إلى مسافات بسيطة وتنقل المواد بالتعلق للمواد الناعمة إلى مسافات مختلفة وبعيدة وذلك لصغر حجم الحبيبات المنقولة ويحدث بري للمواد الخشنة بالرياح بينما المواد الناعمة تنقل من جانب تلك المواد الخشنة إلى مسافات بعيدة، ويساعد في عملية نقل المواد بالرياح عدم وجود الغطاء النباتي والرطوبة لأن وجود الرطوبة تعمل على تماسك الحبيبات وللتصاقها مما يجعل حملها صعباً بالرياح.

وقد يتم النقل بالجليد وفي هذه الحالة تحمل المواد على سطح الثلجات وداخلها أو أسفلها وأثناء النقل بالجليد يحدث خدوش طويلة في صخور الوادي الجليدي وجوانبه وتسمى هذه الصخور بالصخور المخربشة (Stripped)

(Rocks) ووجودها يعتبر دليلاً على وجود النقل بالجليد. ويسود هذا النوع من النقل في المناطق الباردة الجليدية.

أما عند نقل المواد بالجاذبية فيحدث إزاحة بسيطة حيث تنهال المكونات للمجوة أو للصخرية المختلفة الأحجام إلى مسافات بسيطة بمقدار الجاذبية فقط وقد تتدحرج بعض المكونات الصلبة إذا وجد انحدار شديد وعند نقل المواد بالجاذبية لا يحدث تطبيق للمواد حسب أحجامها بل تتواجد في شكل غير متجانس ومن أمثلة المواد المنقولة بالجاذبية الركامات الإنهيالية (Colluvial Deposition).

وقد تنقل المواد بمياه البحار والمحيطات وخاصة في المناطق الساحلية تحت تأثير الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية (الناجمة من تغير كثافة الماء والحرارة).

* التفثيت "Looseness"

عملية التفثيت هي عبارة عن عملية (فيزيائية) يحدث فيها تكسير وبرى وصقل وإذابة للمواد أثناء نقلها ويتم التفثيت بالماء، أو الهواء، أو الجليد، أو الجاذبية، فعند نقل الرياح للمواد يحدث بريها وتفتيت أسطحها (صقلها) وعند نقل المواد بالماء يحدث تكسير وتكور وإذابة للمواد المنقولة بالماء، وعند نقل المواد بالجليد يحدث لها تكسير وتفتيت وقد يحدث تفتيت للمواد الهشة الموجودة بجوار المواد الصلبة الكبيرة مما يؤدي إلى تكوين مظاهر (جبرموفلوجية) مختلفة مثل (الموائد الصحراوية والشواهد الصحراوية والجال الجزيرية والكهوف والمغارات).

لذا يجب التفريق بين التفتيت بتأثير عملية التجوية والتفتيت بعملية التفتيت فالتفتيت بعملية التجوية يحدث محلياً (كيميائياً أو فيزيائياً أو حيوياً) للصخور أو المواد وهي في محلها بينما التفتيت بعملية التفتيت يحدث للمواد المنقولة أثناء عملية النقل.

ج- الترسيب "Deposition"

الترسيب هي إحدى العمليات (الجيولوجية) الخارجية والتي يحدث فيها ترسيب للمواد الناتجة من عمليتي التجوية والتعرية، وتحدث عملية الترسيب مباشرة بعد نقل المواد المختلفة إما بالأنهار والبحار أو الهواء أو الجاذبية أو الجليد وتعتبر المواد الرسوبية لهذه العملية ذات منشأ غير ورائي أي إنهاء "ترسيب" من مواد منقولة من مناطق مختلفة وتكون هذه المواد المترسبة ما يعرف بالرسوبيات (Deposition) والتي تعتبر مادة الأصل للترب للترتب المنقول (غير للوراثية). لأنه توجد مادة أصل وراثية (أي تجوت وتكونت في محلها من الصخور الأصلية والتي تتكون منها الترب الوراثة المحلية (Residual Genetic Soil) ومن حيث النشأة يمكن تصنيف الترسيب إلى خمسة أنواع [شكل 3-4] وهذه الأنواع هي:

* الرسوبيات النهرية "Alluvial Deposition"

تكونت هذه الرواسب من المواد المنقولة بالأنهار أو السيول ونتيجة لاختلاف سرعة المياه في كل مرة يحدث ترسيب تطبيق لمواد مختلفة الأحجام (رمل، حصي، طين، غرين، طمي) وهذا ما يميز هذا النوع من الرسوبيات. أما من حيث مواقع الرسوبيات فقد تتكون في قاع الأنهار أو على ضفاف الأنهار بشكل شرفات نهرية (River Terraces) أو في نهاية مجرى الأنهار للسيول

بشكل سهول فيضية (Alluvial Flood) أو في أطراف ضفتي الأنهار بشكل
مراوح طمية (Alluvial Fans) وتتميز هذه الرسوبيات بخصوبتها كونها
مخلوطة بمواد عضوية وقوامها مثالي (طمي).

* الرسوبيات البحرية "Marine Deposition"

تتكون هذه الرسوبيات من العمل البنائي للبحار أو المحيطات وتترسب
رسوبيات البحار في تدرج منتظم كما تفعل الأنهار إلا أن التدرج أفقي وليس
رأسي حيث تترسب القطع الصخرية بعيداً من الشاطئ والرمال على الشاطئ
والمواد الدقيقة والطين في الأعماق الكبيرة ومن حيث الشكل يمكن تقسيم
رسوبيات البحار إلى التالي:

رسوبيات السباج: (Beach Deposition)، رسوبيات الحواجز
(Barrier Deposition) أما الخلجان ومصبات الأنهار فتعطي رسوبيات بشكل
ألسنة **(Spit Deposition)** في المناطق التي يحدث فيها تغير مفاجئ في خط
الساحل.

* الرسوبيات الهوائية "Air Deposition"

هي تلك الرواسب التي تترسب بالهواء الساكن أو المتحرك وتكون
رسوبيات الهواء الساكن ناعمة ومتجانسة وتسمى بالطيس "Loess" وتترسب
في قيعان مختلفة من العالم منذ آلاف السنين وتتكون هذه الرواسب من مواد
ناعمة متجانسة وقد يكون المصدر لهذه المواد الرماد البركاني أو المواد الناعمة
العالقة في الجو أما الرسوبيات الهوائية بالرياح، فغالباً ما يكون حجمها رملي
نظراً لقوة الرياح، وبعد أن تضعف سرعة الرياح تلقى بحمولتها بهذه الرواسب
في شكل تموجات رملية "Ripple" وبشكل كثبان رملية "Sand Duns"
(ملاطية "Barchan Duns"، وعكسية "Reversed Duns" وطولية
"Longitudinal Duns".

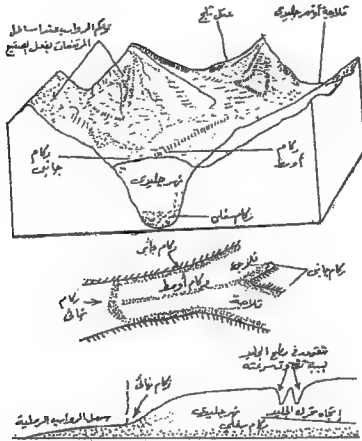
* رسوبيات الجاذبية "Colluvial Deposition."

هي تلك الرسوبيات الإنهائية المتكونة في سفوح الجبال نتيجة جذب
الجاذبية للمواد المعلقة في سفوح الجبال وتتميز بأنها غير طبقية وغير متجانسة
أي تحتوي على مواد صخرية ورملية وعضوية وطينية، وعند تسويتها تكون ما
يعرف بأراضي المدرجات.

* رسوبيات الجليد [Glacial (Marine) Deposition]

وهي تلك الرسوبيات التي تتكون بتأثير حركة الجليد في الوديان الجليدية وتتكون هذه الرسوبيات في أشكال ركامية مختلفة (كثبانة Drumlin ركام نهائي Terminal M. ركام أوسط Median M. وركام جانبي Haterl M. وركام سفلي Ground M.).

[أنظر الشكل 3-5] الخالص بظواهر الإرساب الجليدي.



(شكل 3-5) : أنواع الركامات الجليدية

[Types of Glacial Deposition]

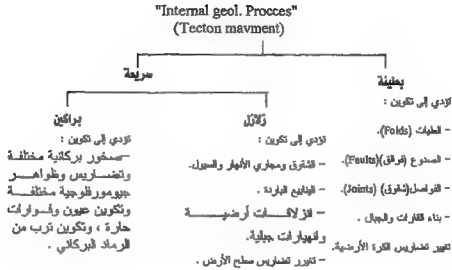
الباب الرابع

العمليات الجيولوجية الداخلية

العمليات الجيولوجية الداخلية هي العمليات التي تحدث تحت تأثير الطاقة الكامنة في جوف الأرض (الماجما) إضافة إلى عدم الاستقرار الموجود في جوف الأرض بسبب تغير حالة الاتزان الموجودة في القشرة الأرضية. وبعض هذه العمليات تحدث بسرعة ولفترة زمنية وجيزة، مثل الزلازل والبراكين وبعضها يحدث ببطء ولا يشعر الإنسان بحدوثه ولكنه يمكن أن يشاهد آثارها في القشرة الأرضية مثل الطيات والفوالق والفواصل (الشفقوق) وبناء الجبال والقرارات ولذا من حيث النشأة والتأثير يمكن تصنيف العمليات الجيولوجية الداخلية إلى نوعين: عمليات بطيئة وعمليات سريعة [أنظر الشكل 4-1].

أولاً: العمليات البطيئة "Slow Tectonic Process"

هي تلك العمليات الجيولوجية الداخلية التي تحدث ببطء مسببة الضغط الجانبية الأفقية والرأسية البطيئة والتي تؤدي إلى تكوين الطيات (Folds) والصدوع (الفوالق) (Falts) والفواصل (الشفقوق) (Joints) وبناء القارات والجبال مما يؤدي إلى تغير مسار تضاريس سطح الكرة الأرضية.



(شكل 1-4) : العمليات الجيولوجية الداخلية

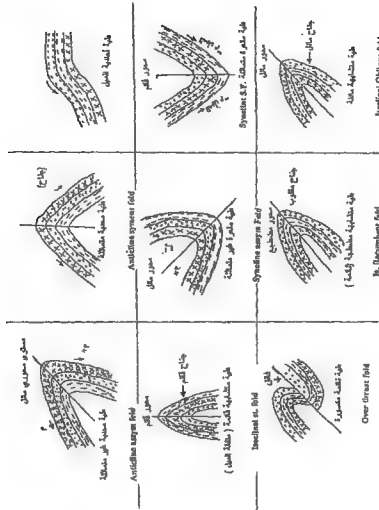
"Internal geol. Proceses" (Tecton mavment)

ويفسر بعض العلماء أن تلك الضغوط تنشأ نتيجة الانكماش البطيء للأرض "Slow contraction" والتيارات الحرارية الناقلة "Convection Currents" والتحرك القاري "Continental drift" والزحف القاري "Continental Creeping" وتوازن القشرة الأرضية، ونتيجة لتأثير تلك الضغوط البطيئة المختلفة الاتجاهات تتكون الظواهر الجيومورفولوجية التالية:

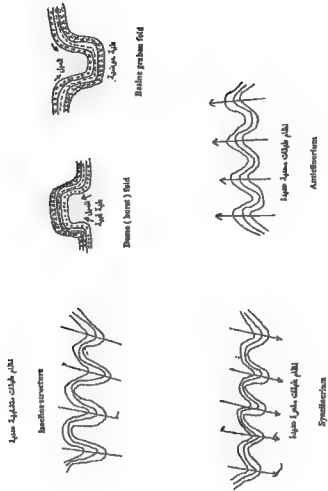
أ- الطيات (الثايا) "Fold"

تتكون الطيات أو التجدعات (الثيات) عند تعرض الصخور (خاصة الرسوبية) لضغط جانبي أفقي الاتجاه لا يزيد عن حد مرونة تلك الصخور أما إذا زاد الضغط (مفاجئ) عن مرونة الصخور فتتكون الفوالق (الصدوع) وفي هذه الحالة يحدث إزاحة للصخور على جانبي الكسر، إضافة إلى أن نوع الصخر يلعب دوراً غب تكوين الطيات أو الفوالق، فالصخور الطينية الرخوة تميل إلى الطي بينما للصخور الصلبة مثل الجرانيت تميل إلى الانكسار.

وفي حالة عدم انكسار الصخور تتكون الطيات المختلفة (شكل 4-2) و (4-2ب) ولذا يمكن أن تتواجد أنواع من الطيات المختلفة الشكل وهي:



شكل (4-2) : أنواع الطيات (اللتايا)
[Types of folds]



شكل (4-2ب) : أنواع الطيات (الاشياء)
[Types of folds]

* طية أحادية الميل "Monocline Flod"

وهي عبارة عن ثنية بسيطة تميل فيها الطبقات في اتجاه واحد وتتشبه السلم ذو الدرجة الواحدة وتتكون في جزء من الطبقات الأفقية ولها طرف واحد "Limb".

* طية محدبة متماثلة "Anticline Symmet. Fold"

وهي عبارة عن انثناء في الصخور إلى أعلى، يتكون نتيجة ضغط جانبي عمودي على اتجاه طبقات الصخور إلى أعلى، ويكون مستوى محور هذه الطية قائم بقسم طرفي الطية (Limbs) إلى نصفين متشابهين ومتعاكسين في الميل، وغير متوازيين، ولكن متماثلين في درجة الميل.

* طية محدبة غير متماثلة "Anticline assym. Fold"

وهي عبارة عن ثنية محدبة تكونت نتيجة ضغطيين جانبيين مختلفين، فيكون مستوى محور هذه الطية مائل، ويكون ميل أحد طرفي الطية (جناح) أكبر من الآخر، وفي الاتجاه المعاكس، وغير متوازيين (الأطراف) والأجنحة.

* طية مقعرة متماثلة "Syncline Symmet. Fold"

وهي عبارة عن ثنية مقعرة يكون محورها قائم وميل جناحيها (Limbs) متساويين وفي اتجاه واحد.

*** طية مقعرة غير متماثلة "Syncline asymmetrica Fold"**

وهي عبارة عن ثنية مقعرة يكون محورها مائل وميل جناحيها غير متساويين وغير متوازيين، ولكن الميل للجناحين في اتجاه واحد.

*** طية متشابهة (متفقة الميل) قائمة (Isoclinal Straight F.)**

وهي عبارة عن طية ذو محور قائم ويكون ميل جناحيها متساويين من مستوى محورها ومتوازيين تقريباً.

*** طية متشابهة (متفقة الميل) مائلة "Isolinal Oblique Fold"**

وهي عبارة عن طية مائلة ذو محور مائل ولكن ميل جناحيها متساويين عن مستوى محورها ومتوازيين تقريباً.

*** طية متشابهة (متفقة الميل) مضطجعة "Isoclinal Recum. Fold"**

وهي عبارة عن طية نائمة (مضطجعة) يكون ميل طرفيها قريبان من الوضع الأفقي ومتوازيين في الميل تقريباً، ومحورها مضطجع، ويكون أحد طرفيها تحت الطرف الآخر (مقلوب).

*** طية نائمة مكسورة "Overthrust Fold"**

وهي عبارة عن طية نائمة، ولكن منشية إلى درجة انكسار طبقاتها، ولكن لا يحدث إزاحة.

*** طية حوضية "Basin graben Fold"**

وهي عبارة عن طية تميل طبقاتها من جميع النواحي نحو نقطة متوسطة في الداخل وإلى أسفل.

*** طية قبة "Dome horst fold"**

وهي عبارة عن طية تميل طبقاتها من نقطة متوسطة نحو جميع الجهات إلى الخارج وإلى الأعلى.

*** الطيات المحدبة العديدة "Anticlinorium"**

وهي عبارة عن نظام عدة طيات كثيرة معظمها محدبة إلى أعلى.

*** الطيات المقعرة المتعددة "Synclinorium"**

وهي عبارة عن نظام مجموعة طيات كثيرة معظمها مقعرة إلى الأسفل.

*** الطيات المتشابهة العديدة "Isclinal Structure"**

هو عبارة عن نظام مجموعة طيات متشابهة ومتوازية في ميل أجنحتها.

(ب) الصدوع (الفوالق) "Faults"

الصدوع أو الفوالق (Faults) هي عبارة عن كسور حدثت للصخور الصلبة غالباً، نتيجة للضغوط الأفقية المختلفة الاتجاهات، أو الشد الذي يزيد من مرونة هذه الصخور مما يؤدي إلى انفلاق تلك الصخور، وحدث اختلاف

منسوبها في منطقة الكسر (الفالق) أي يحدث حركة إزاحية على مستوى الكسر الذي يمثل الفالق، وتحدث الفوالق بسبب تأثير قوى شد جانبية أو ضغط جانبي، وتوجد الصدوع، أحياناً ملازمة للطيات وقد يؤثر الضغط أو الشد على المستوى الأفقي أو العمودي لسطح الصخور في اتجاهات مختلفة، ولذا تتكون الأنواع المختلفة من الصدوع (الفوالق) والتي تغير في شكل سطح الأرض ارتفاعاً أو انخفاضاً، هذا ويتم التمييز بين الأنواع المختلفة من للصدوع من خلال دراسة عناصر الفالق، والتي تشمل:

* سطح الفالق (Fault Plaine) السطح الذي حدث عليه الكسر.

* ميل الفالق (Dip of Fault) الزاوية التي يصنعها سطح الفالق مع المستوى الأفقي.

* مضرب الفالق (Strike Of F.) أي اتجاه الخط الناتج من تقاطع سطح الفالق مع مستوى الأفق.

* الانزلاق (Slip) المسافة التي تتحركها أي طبقة على سطح الفالق، أي الانتقال الحقيقي للطبقة.

* مرمى الفالق (Throw Of F.) وهو مقدار الانتقال الرأسي للطبقة المكسورة عن السطح (الأصل للطبقات).

الجانب الهابط (Down Throw Side) وهو الجانب الذي هبطت فيه الطبقات من الجانب الآخر.

* الحائط المعلق (Hanging Wall) وهو كتلة الصخور التي تعلو سطح الفالق مباشرة.

* الحائط الأسفل (Foot Wall) وهو الكتلة الصخرية التي توجد تحت سطح الفالق مباشرة.

ونتيجة لاختلاف قوة واتجاه الشد والضغط والبناء الجيولوجي من مكان لآخر فإن الفوالق تتعدد (أنظر الشكل 4-3 ، ب) ولذا تتكون الأنواع التالية من الفوالق:

1- الفالق العادي: (Normal Fault)

يتكون هذا الفالق نتيجة شد الطبقات، ويتميز بزاوية ميل كبيرة (أكبر من 90)، والحائط المعلق ينخفض عن الحائط الأسفل، ويكون الميل فيه في نفس اتجاه الرمية، ويحدث هذا الفالق تمدد محلي في القشرة الأرضية.

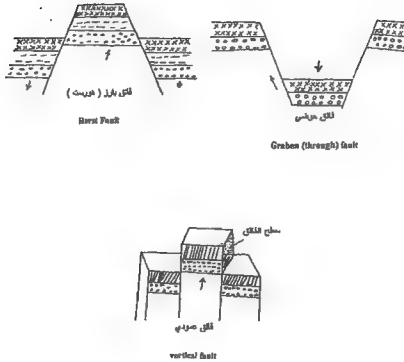
2- الفالق المعكوس (Thrust Fault)

هو عبارة عن فالق يتكون نتيجة الضغط على طبقات الفالق، ويتميز بزاوية ميل صغيرة (أقل من 90) والحائط المعلق يعلو الحائط الأسفل، ويكون مستوى الصدع عكس اتجاه الرمية، ويحدث هذا الفالق انكماش محلي في القشرة الأرضية.

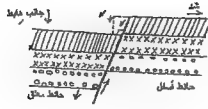
3- الفالق السلمي (Step Fault)

وهو عبارة عن مجموعة فوالق (مركبة) تأخذ الشكل السلمي، ويكون فيها مقدار واتجاه الميل متساويين ومتوازيين.

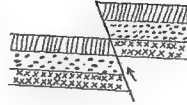
4- الفالق المضربي (الانزلاقي) (Strike slip Fault)



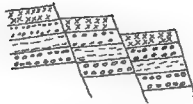
(شكل 4-3): أنواع الصدوع (الفوالق)
[Types of faults]



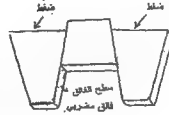
فالق عادي Normal Fault



فالق معكوب (مكسوس) thrust fault



فالق متعدي step fault



فالق مشدود (slip) fault

(شكل 4-3) : أنواع الصدوع (الفوالق)

[Types of faults]

د- الفالق الهلزي (هوست) (Horst Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يحدث نتيجة للضغط العمودي في اتجاهين مختلفين، بحيث يرتفع الجزء الأوسط من مستوى الصخر إلى أعلى مكوناً بروزاً عكس الفالق للحوضي، ويكون في هذا الفالق السطح مائل.

6- الفالق الحوضي (Graben through Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يحدث نتيجة الضغط العمودي في اتجاهين مختلفين وغير متوازيين، بحيث ينخفض الجزء الأوسط من مستوى الصخور إلى أسفل مكوناً شكلاً حوضياً، وسطح الفالق مائل، ويحدث هذا الفالق تتكون الأخاديد التي تتكون عليها البحيرات.

7- الفالق العمودي (Vertical Fault)

وهو عبارة عن فالق مركب يتكون نتيجة الضغط العمودي في اتجاهين مختلفين ومتوازيين، مما ينتج عنه تكون أسطح فالتقية عمودية (رأسية) ويتميز بزاوية ميل = (90) ولا يوجد به حائط معلق أو أسفل.

ج- الفواصل (Joints)

الفواصل عبارة عن مستويات كمور أو شقوق غالباً (رأسية) وعمودية تقريباً على التطبق الصخري (Bedding) وتتكون في الصخور الهشة غالباً دون حدوث انزلاق أو إزاحة (للكتل الصخرية المنفصلة) على أسطح الانفصال، ويتراوح اتساع الفواصل من عدة ملليمترات إلى عدة أمتار، وتختلف المسافة بين الفاصل و الفاصل الآخر من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وتتكون الفواصل نتيجة تأثير قوى شد متكافئة على الصخور أو قوى كبس (ضغط)، وبالتالي لا تحدث إزاحة (الانزلاق) للصخور التي يحدث فيها الفواصل، وتعتبر الفواصل تراكيب ثانوية، كون هذه التراكيب تكونت تحت تأثير قوى في الصخور.

وتنشأ قوى الشد المتكافئة المعسبة للفواصل بسبب انكماش القشرة الأرضية، وانكماش مولد الحمم البركانية بالبرودة، مما يسبب قوى شد مباشرة، بينما تنشأ قوى الضغط بسبب قوى كابسة أو قوى ازدواجية بسبب حركة حائطي الفالق في اتجاهين متضادين، ولذا من حيث تأثير قوي الشد والكبس في تكون الفواصل يمكن تصنيف الفواصل إلى نوعين رئيسيين هما:

1- فواصل الشد (Tension Joints)

وهي تلك الفواصل التي تتكون بصفة أساسية نتيجة تأثير مباشر بقوى الشد (بالرغم من أنه قد يتولد جهد الشد عن فعل قوة كابسة أو قوة ازدواجية)، وتتميز فواصل الشد بأنها تكون مفتوحة (فاغرة) في بداية نشأتها، ولكنها تمتلئ فيما بعد برواسب ثانوية في هيئة عروق رقيقة.

ومثال هذه الفواصل العمدانية (Calumnar joints) لصخور البازلت المداسية الشكل والفواصل القريبة من نطاق الفوالق.

2- فواصل الكبس (Compression Joints)

وهي تلك الفواصل التي تنشأ نتيجة تأثير قوى الضغط المباشر بسبب قوى كابسة مباشرة، أو قوى ازدواجية مباشرة وغير مباشرة.

وتتميز فواصل هذا النوع بأنها تكون غير مفتوحة (غير فاغرة) ولكن نتيجة تأثير التجوية والتعرية يحدث تآكل في سطوح هذه الفواصل فتبدو كما لو كانت مفتوحة (فاغرة) ويحتمل امتلائها بعد ذلك برواسب ثانوية، ولذا يصعب التمييز بين النوعين، وخاصة عندما تكون الفواصل قديمة.

هذا وتلعب الفواصل درواً مساعداً في تجوية الصخور، وبالتالي تقوم التعرية في سحل ونقل وتفتيت تلك المكونات المجوأة، ثم تترسب تلك المكونات أثناء عملية الترسيب مكونة ما يعرف بالرواسب المنقولة، والتي تكون للمواد الأمية للتربة.

د- بناء القارات والجبال

تتكون القارات بتأثير الحركات الأرضية البطيئة جداً، والتي تؤدي إلى ارتفاع أو هبوط سطح الأرض أو قع البحار، مما يؤدي إلى تكوين قارات جديدة أو إزالة قارات قديمة.

فبعد هبوط اليابسة يغمرها ماء البحر (طفيان) وعندما ترتفع اليابسة تتحسر عنها مياه البحار (انحمار) ودليل ذلك وجود الغابات الفارقة شرق إنجلترا وغرب فرنسا والشواطئ المرتفعة مثل أعمدة المعابد الرومانية، ويؤكد ذلك أيضاً وجود الحفريات.

لما بناء الجبال وأحواض البحار فتتكون بتأثير الحركات الأرضية الأفقية (للجانبية) البطيئة والمتعمدة تقريباً مع الحركات الأرضية الأكبسية والهرسينية والكاليدونية، وتسبب هذه الحركات تجعد وانكماش للقشرة (الطبقات والصدوع) ودليل هذه الحركات وجود رواسب بحرية وبقايا كائنات حية على ارتفاعات كبيرة فوق منسوب البحر، ووجود الشكل المطابق لـشواطئ البحر الأحمر الغربية والشرقية.

ويفسر بعض العلماء أسباب الحركات البانية للجبال والقارات والبحار هو الانكماش البطيء للأرض، وتأثير التيارات الناقلة، وتأثير ترحل زحف القارات، وتوازن القشرة الأرضية.

ثانياً: العمليات السريعة (Fast tectonic process.)

هي تلك العمليات الجيولوجية الداخلية والتي تحدث بسرعة ولقترات بسيطة (ثواني/ عدة أيام) مسببة براكين وزلازل يشعر بها الإنسان ويرى آثارها، وتحدث هذه العمليات الداخلية بسبب التفاعلات الكيميائية المختلفة في جوف الأرض، وبسبب الشقوق العميقة وتسرب مياه البحار في تلك الشقوق إلى جوف الأرض وتحويلها إلى بخار، أو بسبب الطاقة الهائلة للمواد الإشعاعية في جوف الأرض، مسببة بذلك حدوث البراكين، أو قد تحدث هذه العمليات الداخلية بسبب سقوط الكهوف أو التفاعلات البركانية أو تقلصات القشرة الأرضية، أو حدوث الفوالق الكبيرة، مسببة بذلك حدوث الزلازل.

وبالرغم من أن الأثر يكون سلبياً لهذه العمليات، إلا أن لها تأثير إيجابي نسبي في معرفة التراكيب الداخلية للأرض، وتكوين العيون والفورات الحارة، والينابيع الباردة، وتكوين بعض أنواع التربة الصالحة للزراعة، مثل ترب الرمال البركاني (Andisols) وظهور بعض المعادن الاقتصادية المختلفة على سطح الأرض.

وتلعب الزلازل والبراكين دوراً مباشراً في تغيير تضاريس سطح الكرة الأرضية عندما تكون قوية، ودوراً غير مباشر في تكوين الصدوع والطيات والفواصل عندما تكون ضعيفة.

تفوهات أو تصدعات أو انهيارات داخل القشرة الأرضية، وتسمى في هذه الحالة بالزلازل التكتونية، وهذا النوع هو الأكثر خراباً ودماراً على الإنسان.

ورغم حدوث الزلازل في مناطق عديدة إلا أن منطقتين يغلب فيهما حدوث الزلازل:

- المنطقة الأولى: حول للمحيط الهادي.

- المنطقة الثانية: تمتد من شواطئ البحر الأبيض المتوسط الشمالية مارة بجبال الألب والقوقاز والهملايا إلى جزر الهند الشرقية.

وتعتبر دراسة السجلات الزلزالية حتى الآن هي الوسيلة الوحيدة لمعرفة التراكيب الداخلية للأرض، حيث أدت نتائج هذه الدراسة إلى ترتيب الأغلفة الصخرية كالتالي:

- 10 كيلو متر. صخور رسوبية

- 10 - 15 كيلو متر صخور غرانيت - القشرة الأرضية "SIAL".

- 20 - 30 كيلو متر صخور بازلتية.

- 2850 كيلو متر صخور فوق قاعدية (بريوناتيت).

- 3500 كيلو متر لب الأرض "CORE"

أما البراكين فتحدث نتيجة الشقوق العميقة للأرض بسبب انكماش القشرة الأرضية باستمرار بروتتها، أو بسبب تسرب مياه البحار والمحيطات إلى جوف الأرض وتسخينه، ومن ثم تتحول إلى بخار يضغط على صخور القشرة الأرضية فيكسرها، وتخرج من هذه الكسور البراكين، وقد تحدث البراكين - أيضاً بسبب التفاعلات الكيميائية المختلفة والطاقة الهائلة للمواد الإشعاعية الموجودة في جوف الأرض.

ويمكن تقسيم البراكين من حيث الشكل المخروطي البركاني، أو على أساس المقذوفات البركانية (أنظر الشكل 4-4) إلى الأنواع التالية:

(1) براكين درعية (Shield Volcanoes)

تتكون على شكل أشرطة أو طبقات رقيقة نتيجة خروج اللافا بهدوء وانتشارها على مسافات كبيرة.

(2) براكين الحطام الصخري (Pyroclastic Cones)

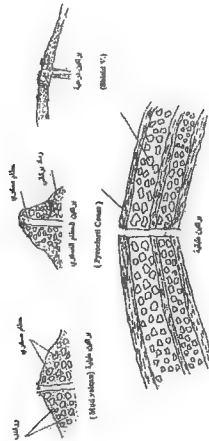
يتكون مخروط البركان كلية من الحطام الصخري والرماد البركاني، ويكون ارتفاعه أكثر من طوله، وشديد الانحدار.

(3) براكين طبقية (Struct. Volcanoes)

شائع الوجود، وهو في شكل مخروط يتكون من تعاقب طبقات من الحطام الصخري والحمم.

(4) باركين طينية (Mud Volcanoes)

يتكون مخروط هذا البركان من حطام صخري مندمج بواسطة رواسب الطين كمادة لائحة يتراوح ارتفاعه من عدة أمتار إلى مئات الأمتار، ويسود هذا النوع في المناطق البترولية، وتكون الرواسب الطينية مصحوبة بغازات كربونية وهيدروكربونية.



(شكل 4-4) : أنواع البراكين من حيث النشأة ونوع المقتوفات
[Types of volcanoes and their occurrence]

الباب الخامس علاقة الجيولوجيا بالعلوم الزراعية

كون علم الجيولوجيا يتناول دراسة التراكيب الجيولوجية الصخرية المختلفة من حيث النشأة والتكوين، ويتناول دراسة نشأة الصخور وتكوينها المعدني، وتجويتها، وتعريتها، وترسيبها في شكل رواسب صخرية مفككة، فإن لذلك علاقة كبيرة وأساسية في تكوين المواد الأمية (الأصلية) للتربة (Soil Parent Material) والتي تتكون منها الترب المختلفة بعد تأثير عوامل وعمليات تكوين التربة على تلك المواد للصخرية المفككة، أي أن هناك علاقات كبيرة بين علم الجيولوجيا وعلم التربة فعلى الرغم من أن هناك علاقات مباشرة بين علم الجيولوجيا والعلوم الزراعية الأخرى، مثل علم المناخ الزراعي (Agroclimatology)، وعلم الري، وعلم الهيدرولوجيا.

وكون التربة هي اللبنة الأساسية للزراعة، فإننا في دراستنا هنا في هذا الباب سنركز على معرفة كيفية تكوين الترب المختلفة من مواد طبقة الوشاح الصخري (الحطام الصخري) (Regolith)، حيث أن هذه الطبقة هي المصدر الرئيسي للمواد الأمية للتربة

(Parent Material).

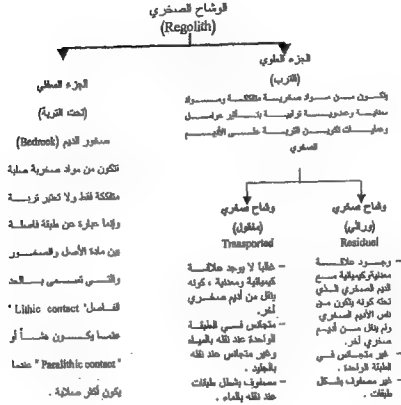
كما أننا سنناقش كيف تؤثر عوامل وعمليات تكوين التربة على هذه المواد الأمية للتربة (مادة الأصل) وتكوين ترب زراعية مختلفة تختلف خواصها باختلاف مادة الأصل.

1- طبقة الوشاح الصخري (الحطام الصخري) (Regolith)

إن طبقة الوشاح الصخري هي تلك الطبقة السطحية من القشرة الأرضية، والمكونة من مواد صخرية ومواد معدنية وعضوية ترابية، والتي يصل عمقها من عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار، وتتكون هذه الطبقة نتيجة تأثير هذه العمليات الجيولوجية الخارجية، وخاصة للتجوية والتعرية والتأثير المتضافر لعوامل وعمليات تكوين التربة، وتتركب طبقة الوشاح الصخري من جزئين (أنظر شكل 1-5) علوي وسفلي.

- الجزء العلوي والذي يحتوي على نباتات ومواد عضوية متحللة، ومواد ترابية معدنية والذي يعرف باسم التربة (Soil).
- الجزء السفلي والذي يتكون أساساً من مواد صخرية صلبة متفككة فقط، ويعرف باسم (تحت التربة) (Subsoil) ولكن هذا الجزء لا يعتبر تربة بل (صخر الأديم) (Bedrock) ويسمى الحد الفاصل بين

شكل رقم (5-1): أجزاء الوشاح الصخري



التربة والطبقة الصخرية (صخرية الأديم) المفككة بحد الانفصال الصخري (Lithic contact)، ولكن أخصائيين التربة يقومون أيضاً بتصنيف الجزء العلوي من الوشاح، حيث يعتبر هذا الجزء مهماً في تكوين التربة إلى نوعين من حيث النشأة إلى:

- النوع الأول: وشاح صخري متبقي (Residual) يتكون من رسوبيات متبقية (وراثية) أي أنها غير منقولة، أي أن هذا الوشاح عبارة عن رسوبيات

تكونت في موقعها بالتجوية المختلفة (كيميائية - فيزيائية - حيوية) ولكنها غير متجانسة وغير مصفوفة، تكونت من تجوية طبقة الأديم التي تقع تحتها، ولم تنقل من أماكن أخرى، ولكنها قد تنقل إلى أماكن أخرى، وبالتالي تكون النوع الثاني من الرسوبيات (أي الرسوبيات المنقولة) (Transported Depositions) وتتميز الرسوبيات الوراثة اللامنفولة بوجود علاقة معدنية وكيميائية بينها وبين الصخر الأصلي الذي تكونت منه، والترب الناتجة من هذه الرسوبيات تسمى (بالترب الوراثة) (Gentic Soils).

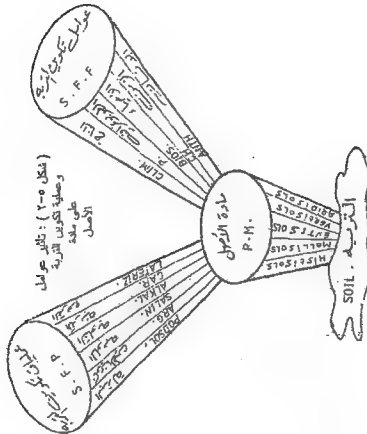
- أما النوع الثاني من الوشاح فيسمى (الوشاح الرسوبي المنقول) (Transported Regolith) وهو عبارة عن رسوبيات منقولة متجانسة في الطبقة الواحدة، كما في حالة الرسوبيات بالمياه والهواء، أو غير متجانسة كما في حالة الرسوبيات الجليدية أو الجاذبية (Colluvium).

وتتميز رسوبيات الوشاح الرسوبي بعدم وجود علاقة كيميائية ومعدنية بينهما وبين صخر الأديم الذي يقع تحتها كونها لم تتكون في محلها، وتكون حبيباتها مكسورة وناعمة بسبب السحل والنقل والتفتت، ويتواجد هذا النوع من الرسوبيات (بالترب الرسوبية) (Fluents) أو (Alluvial Soil) بالنظام الحديث لتصنيف الترب، وكلا النوعين يتكون أصلاً من طبقة الأديم الصخري (Regolith).

2. عوامل وعمليات تكوين التربة وتأثيرها على مادة الأصل:

إن مادة الأصل للتربة (Soil Parent Material) يقصد بها تلك المواد الصخرية الأصلية المفتتة جداً (منقولة أو وراثية) والتي لم تتأثر بعد بتأثير عوامل وعمليات تكوين التربة، وقد تكون مادة الأصل وراثية (أي تكونت في

محلها) أو قد تكون منقولة (أي نقلت من مكان آخر) ولا تعتبر مادة الأصل تربة، ولكنها عندما تتأثر بعمليات وعوامل تكوين التربة تتحول إلى تربة (انظر الشكل 5-2)، لذا فمادة الأصل من حيث النشأة يمكن اعتبارها مرحلة متوسطة بين الأديم للصخري (Bed rock) وبين التربة.



وتحتوي مادة الأصل على معادن أولية، أي إن المعادن في مادة الأصل هي نفس المعادن الأصلية المكونة للصخر الأصلي الذي تكونت فيه هذه المعادن، ولكنه عند التأثير المتضافر والمستقل لعوامل وعمليات تكوين التربة

يتحول جزء كبير من المعادن الأولية إلى معادن ثانوية (راجع الباب الأول) أي معادن قادرة على إمداد النبات بالعناصر اللازمة لنموه، وعند حدوث ذلك يتحول الجزء العلوي من مادة الأصل إلى تربة، ولذا فالتربة يمكن تعريفها على أنها تلك الطبقة السطحية المفككة جداً، والتي تكونت تحت تأثير عوامل وعمليات عدة ومعقدة، وعليها ينمو النبات ويتكاثر، ومن العوامل المؤثرة بشكل نشط وسريع على تكوين التربة من مادة الأصل، عامل المناخ (Climofactor) والعامل الحيوي (Biofactor) وعامل الطوبوغرافية والإتسان، بينما العوامل المؤثرة بشكل بطيء هو الزمن.

هذا وتعتمد سرعة التأثير لهذه العوامل على التركيب المعدني لمادة الأصل، فمادة الأصل المتكونة من المعادن الأولية الداكنة تتجوى بسرعة (راجع الباب الثالث).

أما بالنسبة لعمليات تكوين التربة (مع اعتبار التجوية بجميع أنواعها كعمليات مؤثرة في تكوين التربة) فإنها تعمل بطريقة متضادة في تكوين صور تشخيصية ظاهرية شكلية مختلفة "Morphological process" للتربة، ولذا تصنف الترب على أساس نوع الصور التشخيصية المتكونة في قطاع التربة بشكل أفاق تشخيصية سطحية وتحت سطحية.

ومن العمليات السائدة في تكوين الترب المختلفة عملية البزلة (Bodzolization) والقرمدة (Laterization) والسنكلس (Calcification) والتجيبس (Giybsification) والتملح (Slainization) والغسيل (Leashing) والقلونة (Alkalinization) والتصلب (Hardining) والحدق (Gleization) والتراكم العضوي (Littering) وتكوين الدبال (Humification).

ويمكن تقسيم تأثير هذه العمليات على قطاع التربة إلى أربعة تأثيرات:

(أ) تأثير ذو اتجاه إلى إضافة إلى جسم التربة (Addition to soil Body) مثل عملية تراكم المادة العضوية (Littering).

(ب) تأثير ذو اتجاه إلى إزالة مواد من جسم التربة (Losses from S.B.) مثل عمليات الغسيل (Leaching) للمواد الذائبة من جسم التربة.

(ج) تأثير ذو اتجاه إلى إزاحة مواد خلال جسم التربة (Translocation within A soil Body) مثل عمليات التكلس (Clasification).

(د) تأثير ذو اتجاه إلى تحول مواد إلى مواد أخرى خلال جسم التربة (Trans. Of Material to Material within a soil body) مثل عملية تكوين الدبال (Humification) من المواد العضوية الخام والتي لم تحلل بشدة.

إضافة إلى أن بعض الخواص الفيزيائية للتربة (مثل للقوام والمسامية والتصريف للمائي للتربة) تعتمد أيضاً على التركيب المعدني لمادة الأصل، فعندما تكون مادة الأصل ذات تركيب معدني لمعادن قائمة تتكون ترب ذات قوام خشن (رمل) ومسامية كبيرة وتصريف مائي سريع، وعندما يكون التركيب المعدني لمادة الأصل محتوياً على معادن قائمة اللون تتكون ترب ذات قوام طيني، ومسامية شعرية، وتصريف مائي بطيء.

تم بحمد الله

قائمة المراجع

المراجع العربية:

1. كيمياء التربة، د. أحمد حيدر الزبيدي و د.نظيمة قنوري - جامعة بغداد - كلية الزراعة - جمهورية العراق، 1986م.
2. أساسيات الجيولوجيا العامة: د. العيسوي محمد الذهبي ود. نبيل الحسيني - جامعة الإسكندرية، كلية الزراعة، ج م ع، 1988م.
3. الجيومورفولوجيا: د. جودة حسنين جودة، جامعة الإسكندرية، كلية الآداب، ج م ع، 1988م.
4. مسرد مصطلحات علم التربة: (مترجم من منشورات جمعية علم التربة الأمريكية)، ترجمة د. صالح محمود دميرجي، د. وليد خالد الفليدي، جامعة بغداد، كلية الزراعة، جمهورية العراق.
5. معجم الجيولوجيا: الهيئة العامة لشئون المطابع الأمريكية، 1982م.
6. الجيولوجيا العامة والتاريخية: د. محمد حسن الزرقاء، جامعة الإسكندرية، كلية العلوم، ج ع ي.
7. الجيولوجيا العامة: د. محمد عبد الوهاب الشناوي، د. أحمد البصيلي، د. جلال عويس، د. فتحي النزهي، جامعة الإسكندرية كلية العلوم، ج م ع.

8. أساسيات علم الجيولوجيا: د. محمد يوسف حسن، د. عمر حسنين شريف، د. عدنان باقر النقاش، مركز الكتاب الأردني، الأردن 1990م.

9. المعادن تركيبها وخواصها الكيميائية: د. يوسف يعقوب العاني، د. دواد حنا، جامعة التكنولوجيا، بغداد، جمهورية العراق، 1992م.

المراجع الأجنبية:

1. Dictionary of Geological terms: American Geological institute, U.S.A. 1976.
2. General Pedology: Dr. Amerycks, J I. T. C. Gent un. Belguim. 1982.
3. Soil Genesis: Dr. Amerycks, J I. T. C. Gent un. Belguim. 1982.
4. Mineralogy for students : Dr. Battey, M. H. second edition lungmon Inc, New York U.S.A. 1981.
5. Soil Genesis and Classification: Dr. Buol, S.W., F. D. Hole and R. J. McCracken 2nd ed, IOWA state university press, Ames, U.S.A. 1980.
6. Ptography: Dr. Marechale. R., P. Depaepe and M. Joye I.T.C. gent Un. Belguim. 1977.

ملحق (1)

قاموس المصطلحات الجيولوجية

عربي - إنجليزي

إنجليزي	عربي
	(١)
Apatite	أباتايت
Acicular	إيري
Spores	أبواغ
Epidote	إبيدوت
Attapulgit	أتابولفايت
Twining	إتام / توامة
Stable equilibrium	اتزان مستقر
Trace of Fault	أثر صدع
Enrichment	إثراء
Mineral Enrichment	إثراء معدني
Stress	إجهاد
Monovalent	أحادي التكافؤ
Monoclinic	أحادي الميل
Wallfriction	احتكاك جداري
Crystal Indices	إحداثيات البلورية
Substitution	إحلال

Isomorphons Substitution	إحلال مماتل
Acid – Ization	أحماض – حموضة
Humic Acids	أحماض دبالية
Septal Furrown	أخاديد حاجزية
Test	اختبار
Pilot test	اختبار تجريبي
Reduction	اختزال
Fault	أخدود
Gully	أخدودي
Metal failure	إخفاق فلزي
Deactivation	إخماد
Solum	أديم التربة
Ventifacts	أديم صحراوي
Sesert Pavement	أديم صحراوي
Lands	أراضي
Aragonite	أراقونايت
Land up – Lift	ارتفاع الأرض
Wave height	ارتفاع الموجة
Orthoclas	ارثوكلاس
Argillite	أرجليت / صلصال
Slate	إردواز
Earthy	أرضي

Terrestrial	أرضي
Arkos	أركوس
Twinning Displacement	إزاحة توأمية
Apparent Displacement	إزاحة ظاهرية
Translocation	إزاحة محلية
Strike shift	إزاحة مظربية
Rehydration	إزالة الماء
Rehydroxliization	إزالة مجموعة الهيدروكسيل
Demineralization	إزالة المعنديات
Dehydroxlation	إزالة هيدروكسيدية
Liquification	إسالة
Replacement	استبدال
Transmutation	استحالة
Emulsicification	استحلاب
Pinching of Stata	استدقاق
Restoration	استعادة
Stability	استقرار
Exploration	استكشاف
River Capture	أسر نهري
Wall Under	أسفل الحائط
Mineralolds	أشباه للمعادن
Feldsparholds	أشباه الفلسبار

Mobilization	إضافة تراكمية
Recrystalization	إعادة التبلور
Chemical rearrangement	إعادة الترتيب الكيميائي
Reconstruction	إعادة التكوين
Earth pillars	أعمدة أرضية
Volcanic necks	أعناق بركانية
Water flood	إفاضة الماء
Distributaries	أفرع النهر
Soil Horizon	أفق التربة
Agglomerate	أقلوميرات
Hydroxides	أكاسيد مائية
Interbedding	اكتتاف طبقي
Actionolite	اكتينولايت
Oxidation	أكسدة
Albite	البايت
Weathering	التجوية
Welding	التحام
Structural Composition	التركيب البنائي
Chemical Composition	التركيب الكيميائي
Continental drift	التحزح القاري
Cleavage	التشقق / الانفصام
Swelling and Shrinking	التمدد والانكماش

Torsion	التواء
Convection currents	التيارات الحرارية الحاملة
Hanging wall	الحائط للمعلق
Down throw side	الحائط الهابط
Tectonic movement	الحركة التكتونية
Morphological probertien	الخواص النشطة
Tetragonal	لأرباعي متوازي مستطيلات
Hexagonal	السداسي
Tectosilicate	السليكات الإطارية
Phyllosilicates	السليكات الصفائحية
Transparency	الشفافية - النفاذية
Faults	الصدوع - الفوالق
Hardness	للصلابة / الصلابة
Double layer	الطبقة المزدوجة
Slow tectonic Process	العمليات التكتونية البطيئة
Fast tectonic Process	العمليات التكتونية السريعة
Soil forming Factors	العوامل التكوينية للتربة
Bitumenous coal	الفحم القطراني
Interlayer space	الفراغ الموجود بين طبقات المعادن
Feldspar	الفلسبار القلوي
Specific Gravity	الكثافة النوعية

Illite	اللايت
Matrix	المادة الأصلية
Soil Parent Material	المادة الأمية للتربة
Pyroclastic cones	المخروطات البركانية الحطامية
Soil forming Minerals	المعادن المكونة للتربة
Rock forming Minerals	المعادن المكونة للصخور
Ilmenite	المنايت
Allophone	الوفين
Fluidization	إماعة
Adsorption	امتزاز - ادمصاص
Absorption	امتصاص
Amphipoles	امفيبولز
Anatase	أناتاس
Volcanic pipe	أنبوب بركاني
Swelling	انتفاخ
Transfer by solution	انتقال بالذوبان
Anthracite	إنثراسايت
Beach drifting	انجراف ميني
Regression	انحسار
Andalusite	أندولومبايت
Andepts	أنديبيت

Andesit trachyte	أنديز أيت
Andesite	أنديسايت
Land sliding	انزلاق
Gravitational gliding	انزلاق بالجاذبية
Ecoulement	انزلاق صخري نكتوني
Continental	انزلاق قاري
Warp	انعطاف - حذب
Slow Contraction	انكماش بطيء
Ankerite	انكير ايت
Andyrite	انهدر ايت
Collapse	انهيار
Landsliding	انهيال أرضي
Alluvial Fans	انهيال بالجاذبية
Anorthite	أنورثايت
Anorthite andsine	أنورثايت أنديساين
Opal	أوبال
Obcidion	أوبسيدون
Orthoclas	أورثوكلام
Ordovinean	أوردوفيسين
Biotite	أوقايت
Olivine	أولفين
Oligocene	أوليغوسين

Oligoclase	أوليغوكلاس
Eocene	إيوسين
Batholith	باثولايث
Barite	باريت
Basalt	بازلت
Trachy – Basalt	بازلت تراكيئي
Sole	باطن
Plaeocene	بالقيوسين
Playgorskite	باليقورسكايت
Paleozoic	باليزويك
Pyrite	بايرايت
Marine	بحري
Lagoon	بحيرة شاطئية
Crater lake	بحيرة لفوهة بركان
Shiled volcanoes	براكين درعية
Stratified volcanoes	براكين طبقية
Mud volcanoes	براكين طينية
Volcano	بركان
Volcanic	بركانية
Permian	برميان
Abrasion	بري
Volcanic Breccia	بريشه صدعية

Fault Breccia	بريشه بركانية
Breccia	بريشيا
Luster	بريق
Precambrian	بريكمبريان
Calci Plagioclase	بلاجيوكلاس كالسي
Alkali Plagioclase	بلاجيوكلاس صودي
Plagioclase	بلاجيوكليس
Crystals	بلورات
Allotriomorphic crystal	بلورات لا وحيية
Isomorphous cry.	بلورات متشاكلة
Crystal	بلورة
plinthite	بليثايت
Pliocone	بليوسين
Pleistocene	بليوستوسين / الحقب الرابع
Structure	بناء
Orogenesis	بناء الجبال
Epeirogeny	بناء القارات
Continental Accurance	بناء القارات
Columnar structure	بنية عمادية
Pillow structure	بنية وسادية
perphyritic	بورفوتيك
Pumice	بومس

Pigonite	بيجوناييت
Bedalite	بيدالايت
Peridotite	بيردوتايت
Pyrophyllite	بيروفايلايت
Pyroxene	بيروكسين
Pyroclastic	بيروكلاستيك
Beach	بيش / ساحل رملي
Pegmatite	بيغماتايت
Biotite	بيوتايت
	(ت)
Interaction affect	تأثير بيني
Corrosion	تآكل
Heterogeneous	تباين
Chilling	تبريد مفاجئ
Crystallization	تبلور
Intercrystallization	تبلور بيني
Tetrahydron	تتراهيدرون
Crenulations	تجاعيد
fractionation	تجزئة
Aggregation	تجمع
Mosaic	تجميعي
Weathering	تجوية

Biological weathering	تجوية حيوية
Chemical W.	تجوية كيميائي
Mechanical W.	تجوية ميكانيكية
Erosion	تحات / تعرية
Granulation	تحبيب
Subsoil	تحت التربة
Hydroxylation	تحلل الماء
decomposition	تحلل عضوي
Hydrolysis	تحليل
Analysis	تحليل كيميائي
Metamorphism	تحول في التكوين
Synthesis	تخليق
Contrast	تداخل الألوان
Flow	تدفق
Soil Slumping	تدهور التربة
Deflation	تذرية
Earthy	ترابي
Accumulation	تراكم
Fluvents	ترب رسوبية حديثة
Soil	تربة
Transported Soil	تربة منقولة
Genetic Soil	تربة وراثية

Tertiary	ترتري
Deposition	ترسيب
Sediments	ترسيبات
Triassic	ترياسيك / النظام الثالث للحقب الثاني
Tridymite	تريديمايت معدن سليكات فاتح
Tremolite	تريموليت
Saturation	تشبع
Deformation	تشوه وتغيير في الشكل ميكانيكياً
Desertification	تصحّر
Faulting / Facturing	تصدع
Induration / hardness	تصلب
Classification	تصنيف
Relief	تضاريس
Stratification	تطبق
Bedding	تطبق متدرج
Graded Beddings	تطبق متدرج
Alteration	تعاقب
Erosion	تعرية
Denudation	تعرية / انجراف
Gully erosion	تعرية أخدودية

Rill erosion	تعرية الممسيل
Glacial erosion	تعرية جليدية
Wind erosion	تعرية ريحية
Splash (sheet) erosion	تعرية سححية
Rain – drow erosion	تعرية قطرة المطر
Channel erosion	تعرية قناتية
Water erosion	تعرية مائية
Mechanical erosion	تعرية ميكانيكية
Wind erosion	تعرية هوائية
Corrugation of beds	تغضن الطبقات
Disintegration	تفتت
Looseness	تفتت
Jointing	تفصل
Contraction	تقلص
Valency	تكافؤ
Formation	تكوين
Alogenicly	تكوين مجلوب
Authigenicly	تكوين محلي
Isomorphoun	تماثل في التبلور
Ripples	تموجات رملية
Hydration	تميو
Conformity	توافق

Tourmaline	تورمالين
	(ث)
Trigonal	ثلاثي
Trioctohedral	ثلاثي الأكتاهيدرا
Triclinic	ثلاثي الميل
Diocetohedral	ثنائي الأكتاهيدرا
	(ج)
Jarosite	جاروسايت
Mount	جبال
Gypsum	جبس
Stokes	جذوع
Granite	جرانيت
Grite	جريت
Brotonic bridys	جسور برينوفية
Boulders	جلاميد
Glacial	جليدي
Morine	جليدي
Limb	جناح
Gibbsite	جيبسايت
	(ح)
Barrier	حاجز
Biological	حيوي - بلوجي

Grain	حببية
Stone	حجر
Inorganic Limestone	حجر جيري غير عضوي
Mud Stone	حجر خلابي
Sandstone	حجر رملي
Clay stone	حجر طيني
Lithic Contact	حد الانفصال الصخري الصلب
Paralithic Contact	حد الانفصال الهش
Thermal	حراري
Tectonic Mov.	حركة تكتونية
Belt	حزام
Debris	حطام
Fossils	حفريات
Polishing	حقلي - بري
Biological w.	حيوية
	(خ)
External	خارجي
Lithological map	خارطة المسحمة الليثولوجية
Ore	خام
Peat	خث
Geological map	خريطة جيولوجية

Coarse	خشن
Characteristics	خصائص
Strike line	خط المضرب
Line of dip	خط الميل
Bay	خليج
	(د)
Dikes	دايك
Humus	دبال
Drumlin	دروملين
Erosion cycle	دورة التحات
Rock cycle	دورة صخرية
Dolomite	دولومايت
Dolerite	دوليرايت
Dunite	دونايت
Devotion	ديفونايين: (النظام الخامس لحقب الحياة القديمة)
Dynamic	ديناميك : (أي تأثير بالضغط الديناميكي)
	(ذ)
Solution	ذوبان
	(ر)
Convalent bond	رابطة تساهمية

Statistic bond	رابطه استاتسكية
Ionic bond	رابطه أيونية
Metallic bond	رابطه فلزية
Hydrogen bond	رابطه هيدروجينية
Riebeckite	ريبيكايت
Marble	رخام
Spit deposition	رسوبيات الألسنة للخلجان
Colluvial	رسوبيات انهيارية
Delluvial deposition	رسوبيات جليدية
Sedimentary	رسوبية
Residual	رسيدول
Continental drift	رصيف قاري
Wetness	رطوبة
Lamine	رقائق
Lateral Morin	ركامات جليدية جانبية
Ground Morin	ركامات جليدية مغالية
Terminal Morin	ركامات جليدية نهائية
Median Morin	ركامات جليدية وسطى
Rhyolite	رھولائيت
Chemical Bonds	روابط كيميائية
Rutile	روتايل
	(ز)

Volcanic glass	زجاج بركاني
Earthquake	زلازل
Zircon	زيركون
zeolite	زيولايت
	(س)
Saponite	سابونايت
Beach	ساحل / بلاج
Sanidine	سانيدالين
Sepiolite	سيبولايت
Sabkha	سبخات
Sericite	سيريسيمايت
Stratum	ستراتوم
Stevensite	ستيفنسمايت
Ablasion	سحج
Serpentine	سربنتين
Fault plain	سطح الفالق
Erosional surface	سطح حصوي مصقول بالرياح
Splash	سطحية
Predoment	سفع
Sphene	سفين
Sills	سلز

Sulfate	سلفات
Smectite	سمكتايت
Plain	سهل
Alluvial Fans	سهل فيضي
Sodalite	مودولايت
Sulphides	سولفايدس
Sial	سيال
Syenite	سيانايت
Sianite	سيانايت
Cainozoic	سيانوزيك
Sepiolite	سيبولاييت
Denudation	مليح
Runoff	مليح مطري
Sedrite	سيدرايت
Siderite	سيديرايت
Solifluxion	ميلان القرية
Silimnite	ميلمنايت
Silurian	سيلوريان
Seils	سيول
	(ش)
Chert	شرت
River Terracen	شرفات نهريّة

Shist	شيسيت
Shores	شواطئ
Shale	شيل
	(ص)
Pedrock	صخر الألبان
Salt rocks	صخر ملحي
Rocks	صخور
Plutonic rocks	صخور جوفية
Thermal rocks	صخور حرارية
Extrusive rocks	صخور خارجية
Intrusive	صخور داخلية
Sedimentary rocks	صخور رسوبية
Dynamic rocks	صخور ضغط
Dynamo – thermal	صخور ضغط حراري
Metamorphic rocks	صخور متحولة
Igneous rocks	صخور نارية
Fault	صدع
Sheet	صفائح
Polishing	صقل / بري
Stalactite	صواعد
Features	صور - ظواهر
	(ط)

Hydration Energy	طاقة التميؤ
Layers	طبقات
Regolith	طبقة الوشاح (الأديم الصخري)
Aggression	طغيان
V. Tuff	طف بركاني
Folds	طيات
Monocline fold	طية أحادية الميل
Basin (graben) fold	طية حوضية
Dome (horst) fold	طية قبة
Isoclinal Straight fol.	طية متشابهة قائمة
Isoclinal Oblique F.	طية متشابهة مائلة
Recumbent Fold	طية متشابهة مضطجعة
Anticline Assymetrical F.	طية محدبة غير متماثلة
Anticline Symetrical F.	طية محدبة متماثلة
Syncline Assymetrical F.	طية مقعرة غير متماثلة
Syncline Symetrical F.	طية مقعرة متماثلة
Over Thrust fold	طية مكسورة نائمة
Loess	طيس
Clay	طين
Fire Clay	طين محروق
	(ظ)

Accurane	ظهور
	(ع)
Biofactor	عامل الأحياء
Chronofactor	عامل الزمن
Topofactor	عامل الطوبوغرافية
Climofactor	عامل للمناخ
Coordination Number	عدد التماسق
Ripple Marks	علامات التيم
Crystallography	علم البلورات
Hydration Energy	علم التربة
Crystallography	علم الصخور
Pedology	علم المناخ الزراعي
Agroclimatology	علم وصف الصخور
Petrography	عمليات تكوين التربة
Soil Forming Process	عمليات جيولوجية
Geological Process	عمليات خارجية
External Process	عمليات داخلية
Internal Process	عملية البذلة
Podzolization	عملية التحول
Transformation	عملية التصلب
Hardness	عملية الغدق
Gleization	عملية الغسيل

Leaching	عملية القلونة
Alkalinization	عملية تراكم الجبر الثانوي
Calcification	عملية تكون الأكاسيد الحديدية
Laterization	عملية تكون الدبال
Humification	عملية تكون مادة عضوية
Argillification	عملية هجرة الطين
Elements of symmetry	عملية تماثل
Polymer Elements	عناصر مضاعفة الأصل
	(غ)
V. Dust	غبار بركاني
Vegetation	غطاء نباتي
Biosphere	غلاف حيوي
Lithosphere	غلاف صخري
	(ف)
Horst F.	فالق بارز
Garben F.	فالق حوضي
Step Fault	فالق سلبي
Normal Fault	فالق عادي
Vertical F.	فالق عمودي
Strike (slip) Fault	فالق مضربي (انزلاقي)
Thrust fault	فالق معكوس
Faylite	فايلايت

Regolith	فتات صخري
Coal	فحم
Cavity	فراغ - فجوة
Crystal systems	فصائل بلورية
Feldspar	فلدسبار
Felsite	فلسايت
Felsic	فلميك
Flysch	فلش
Tension joints	فواصل الشد
Compression joints	فواصل الكبس
Mud cracks	فواصل أو شقوق
Forstrite	فورسترايت
Vermiculite	فيرمكلايت
Fiorde	فيوردس
	(ق)
Gabro	قابرو
Magnetic	قابلية الجذب بالمغناطيس
Garnet	قارنيت
Dome	قبة
Piedmont	قدم الجبل
Granoblastic	قراؤبلاستيك
Granodirite	قراؤديورات

Grywak	قريووك
Earth crust	قشرة أرضية
Continental crust	قشرة قارية
Barrier Beach	قضة حجازية
Syncline	قعائر
V. Bomb	قنابل بركانية
Texture	قوام (نسجة)
Goethite	قيوثايت
	(ك)
Molroorganizm	كائنات حية لامجهرية
Microorganism	كائنات حية مجهرية
Karst	كارست
Calcite	كالسايت
Cambrian	كامبريان
kaolinite	كارلينايت
kynite	كاينايت
Sulphates	كبريتات
Volcanic Block	كتل بركانية
Erratic block	كتل شاذة
Longitudinal duns	كتبانات اشطالية
Sad duns	كتبانات رملية
Barchan duns	كتبانات هلالية

Carbonation	كربنة
Carboniferous	كربوني
Cornalite	كرنلايت
Cretaceous	كريتاساناس
Cryso bolite	كريستويولايت
Joints	كسور / فواصل
Chlorits	كلورائيت
Conglomerate	كنقلوميرات
Quartz	كوارتز
	(ل)
Lopolith	لابولايت
Lacolith	لاكولايت
Core	لب
Lignite	لقنايت
Lapilli	لوبيات
Lithology	ليثالوجي
Limonite	ليمونايت
Leucite	ليومنايت معادن فلسبار
Leucritic	ليوكراتيك
	(م)
Soil Parent Material	مادة الأصل للتربة
Marcite	ماركسايت

Marl	مارل
Magnetite	ماقنييتايت
Stratified	متطابقة
Crystal axes	محاور بلورية
Symmetrical axes	محاور تماثل
Symitry axes	محور التماثل
Streak	مخدش
Striped	مخريش
Taste	مذاق
Alluvial fans	مراوح نهريّة
Throw of fault	مرمى الفالق
Quartzite	مرو
Porocity	مسامية
Symitry plane	مستوى التماثل
Strike of faults	مضرب الفالق
Folded	مضغوط
Pattern	مظهر
Minerals	معادن
Evaporate Minerals	معادن للتبخّر
Secondary Minerals	معادن ثانوية
Clay Minerals	معادن طينية
Orthorhombic	معيني

Pedon	مقد التربة
Magnessite	مغنيزايت
Fracture	مكسر
Cubic	مكعب
Transported	منقول
Muscovite	موسكوفاييت
Montmorillonite	مونتمورالونايت
Meisozoic	ميزوزيك: الحقب الثاني - حقب الحياة الوسطى.
Mafic	ميفيك: (أي معادن أو صخور لونها قاتم).
Mechanical	ميكانيكي: (أي لثر أو عملية ذات تأثير فيزيائي).
Mircloline	ميكروكلين
Dip of fault	ميل الفالق
Melanocratic	ميلانوكراتيك: (أي صخور أو معادن قائمة).
Miocene	ميوسين: حقب متوسط الحداثة
	(ن)
Nacrite	ناكرايت
Gneiss	نايس: (صخور متحول بالضغط والحرارة)
Ionic radius	نصف القطر الأيوني

Isocline Structure F.	نظام طبقات متشابهة عديدة
Anticlinorium	نظام طبقات محدبة
Synclinorium	نظام حديبات مقعرة
Permeability	نفاذية
Looseness	نقنت - تكسر
Transportation	نقل
Nosean	نوسيان
Nontronite	نونترونيت
Nepheline	نيفلاين
	(هـ)
Halite	هالايت
Halloysite	هالويسايت
Hydroxides	هايدروكسيدات
Octahydron	هرم ثماني الأوجه
Tetrahydron	هرم رباعي الأوجه
Aeolion	هواني
Stalagmite	هوابط
Hormite	هورمايت
Hornblend	هورنبلند
Hornfels	هورنفلس: (صخور متحولة بالحرارة).
Holocrystalline	هولوكرستالين: (قوام صخري

	كامل التبلور).
Hectorite	هيكتريرات
Hematite	هيماتيت
	(د)
Unit	وحدة
Unit cell	وحدة الخلية
Hanging valleys	وديان معلقة
Hybabyssal	وسيط: (صخور نارية تتكون بين السطحية والجوفية).
Mantle	وشاح
Surficial Mantle reg.	وشاح حطامي سطحي
Walframit	ولفرمايت
	(ي)
Nervtic	يميه / مناطق
Spring	ينبوع ينابيع

ملحق (2)

قاموس المصطلحات الجيولوجية

انجليزي - عربي

انجليزي	عربي
(A)	
Ablasion	سحج
Abrasion	بري
Absorption	امتصاص
Accumulation	تراكم
Accurate	ظهور
Acicular	إبري
Acid - Iization	أحماض - حموضة
Actionolite	اكتينولايت
Adsorption	امتزاز - ادمصاص
Aeolion	هوائي
Aggregation	تجمع
Aggression	طغيان
Aglomerate	أقلوميرات
Agroclimatology	علم وصف الصخور
Albite	البايت
Alkali Plagioclase	بلاجيوكلاس صودي

Alkalinization	عملية تراكم الجير الثانوي
Allophone	الوفين
Allotriomorphic crystal	بلورات لا وجهة
Alluvial Fans	انهيال بالاجاذبية
Alluvial Fans	سهل فيضي
Alluvial fans	مراوح نهريّة
Alogenicly	تكوين مجلوب
Alteration	تعاقب
Amphipoles	امفيبولز
Analysis	تحليل كيميائي
Anatase	أناتاس
Andalusite	أندولوسايت
Andepts	أنديبث
Andesit trachyte	أنديزايت
Andesite	أنديسايت
Andyrite	انهدر ايت
Ankerite	انكير ايت
Anorthite	أنورثايت
Anorthite andsine	أنورثايت أنديساين
Anthracite	إنثراسايت
Anticline Assymetrical F.	طية محدبة غير متماثلة
Anticline Symetrical F.	طية محدبة متماثلة

Anticlinorium	نظام طبقات محدبة
Apatite	أباتايت
Apparent Displacement	إزاحة ظاهرية
Aragonite	أراقونايت
Argillification	عملية هجرة الطين
Argillite	أرجليت / صلصال
Arkos	أركوس
Attapulgit	أتابولفايت
Authigenicly	تكوين محلي
(B)	
Barchan duns	كثبانات هلالية
Barite	باريت
Barrier	حاجز
Barrier Beach	قصة حاجزية
Basalt	بازلت
Basin (graben) fold	طية حوضية
Batholith	باثولايت
Bay	خليج
Beach	بيش / ساحل رملي
Beach	ساحل / بلاج
Beach drifting	انجراف سفي
Bedalite	بيدالايت

Bedding	تطبيق متخرج
Belt	حزام
Biofactor	عامل الأحياء
Biological	حيوي - بلوجي
Biological w.	حيوية
Biological weathering	تجوية حيوية
Biosphere	غلاف حيوي
Biotite	أوقايت
Biotite	بيوتايت
Bitumenous coal	الفحم القطراني
Boulders	جلاميد
Breccia	بريشيا
Brotonic bridys	جسور بردنوفية
(C)	
Cainozoic	ميانوزيك
Calci Plagioclase	بلاجيوكلاس كلسي
Calcification	عملية تكون الأكاسيد الحديدية
Calcite	كالسايت
Cambrian	كامبريان
Carbonation	كربنة
Carboniferous	كربوني
Cavity	فراغ - فجوة

Channel erosion	تعرية قناتية
Characteristics	خصائص
Chemical Bonds	روابط كيميائية
Chemical Composition	التركيب الكيميائي
Chemical rearrangement	إعادة الترتيب الكيميائي
Chemical W.	تجوية كيميائي
Chert	شرت
Chilling	تبريد مفاجئ
Chlorits	كلورايت
Chronofactor	عامل الزمن
Classification	تصنيف
Clay	طين
Clay Minerals	معادن طينية
Clay stone	حجر طيني
Cleavage	التشقق / الانقسام
Climofactor	عامل المناخ
Coal	فحم
Coarse	خشن
Collapse	انهيار
Colluvial	رسوبيات انهيارية
Columnar structure	بنية عمادية
Compression joints	فواصل الكبس

Conformity	توافق
Conglomerate	كنقلوميرات
Continental	انزلاق قاري
Continental Accurance	بناء القارات
Continental crust	قشرة قارية
Continental drift	الترحزح القاري
Continental drift	رصيف قاري
Contraction	تقلص
Contrast	تداخل الألوان
Convalent bond	رابطة تساهمية
Convection corrents	التيارات الحرارية الحاملة
Coordination Number	عدد للتناسق
Core	لب
Corrosion	تآكل
Corrugation of beds	تغضن الطبقات
Crater lake	بحيرة لفوهة بركان
Crenulations	تجاعيد
Cretaceous	كريتاسانس
Crystal	بلورة
Crystal axes	محاور بلورية
Crystal Indices	إحداثيات البلورية
Crystal systems	فصائل بلورية

Crystallization	تبلور
Crystallography	علم البلورات
Crystallography	علم الصخور
Crystals	بلورات
Cryso bolite	كريستوبولايت
Cubic	مكعب
Cornalite	كرنالايت
(D)	
Deactivation	إخماد
Debris	حطام
Decomposition	تحلل عضوي
Deflation	تفريغ
Deformation	تشوه وتغيير في الشكل ميكانيكياً
Dehydroxlation	إزالة هيدروكسيدية
Delluvial deposition	رسوبيات جليدية
Demineralization	إزالة المعادن
Denudation	تعرية / انجراف
Denudation	سيح
Deposition	ترسيب
Desertification	تصحّر
Devotion	ديفونانين: (النظام الخامس

	لحقب الحياة القديمة)
Dikes	دايك
Diocathedral	ثنائي الأكتاميدرا
Dip of fault	ميل للفاثق
Disintegration	تفتت
Distributaries	أفرع للنهر
Dolerite	دوليرايت
Dolomite	دولومايت
Dome	قبه
Dome (horst) fold	طية قبية
Double layer	الطبقة المزدوجة
Down throw side	الحائط الهابط
Drumlin	دروملين
Dunite	دوناييت
Dynamic	ديناميك : (أي تأثير بالضغط الديناميكي)
Dynamic rocks	صخور ضغط
Dynamo – thermal	صخور ضغط حراري
(E)	
Earth crust	قشرة أرضية
Earth pillars	أعمدة أرضية
Earthquake	زلازل

Earthy	أرضي
Earthy	ترابي
Ecoulement	انزلاق صخري نكتوني
Elements of symmetry	عملية تماثل
Emulsification	استحلاب
Enrichment	إثراء
Eocene	إيوسين
Epeirogeny	بناء القارات
Epidote	إبيدوت
Erosion	تحات / تعرية
Erosion	تعرية
Erosion cycle	دورة التحات
Erosional surface	سطح حصوي مصقول بالرياح
Erratic block	كتل شاذة
Evaporate Minerals	معادن التبخر
Exploration	استكشاف
External	خارجي
External Process	عمليات داخلية
Extrusive rocks	صخور خارجية
(F)	
Fast tectonic Process	العمليات التكتونية السريعة

Fault	أخدود
Fault	صدع
Fault Breccia	بريشه بركانية
Fault plain	سطح الفالق
Faulting / Facturing	تصدع
Faults	الصدوع - الفوالق
Faylite	فايلايت
Features	صور - ظواهر
Feldspar	الفلسبار القلوي
Feldspar	فلدسبار
Feldspartholds	أشباه الفلسبار
Felsic	فلمسيك
Felsite	فلسايت
Fiorde	فيوردس
Fire Clay	طين محروق
Flow	تدفق
Fluidization	إماعة
Fluvents	ترب رسوبية حديثة
Flysch	فلس
Folded	مضغوط
Folds	طيات
Formation	تكوين

Forstrite	فورسترايت
Fossils	حفريات
Fractionation	تجزئة
Fracture	مكسر
(G)	
Gabro	قابرو
Garben F.	فالق حوضي
Garnet	فارنيت
Genetic Soil	تربة وراثية
Geological map	خريطة جيولوجية
Geological Process	علميات خارجية
Gibbsite	جيبسايت
Glacial	جليدي
Glacial erosion	تعرية جليدية
Gleization	عملية الغسيل
Gneiss	نايس: (صخور متحول بالضغط والحرارة)
Goethite	قيوثايت
Graded Beddings	نطبق متدرج
Grain	حببية
Granite	جرانايت
Granoblastic	قراؤبلاستيك

Granodirite	قرانوديورات
Granulation	تحبيب
Gravitational gliding	انزلاق بالجاذبية
Grite	جريت
Ground Morin	ركامات جليدية سفلية
Grywak	قريووك
Gully	أخدودي
Gully erosion	تعرية أخدودية
Gypsum	جبس
(H)	
Halite	هالايت
Halloysite	هالويسايت
Hanging valleys	وديان معلقة
Hanging wall	الحائط المعلق
Hardness	الصلادة / للصلابة
Hardness	عملية الغدق
Hectorite	هيكثوريات
Hematite	هيماتايت
Heterogeneous	تباين
Hexagonal	السداسي
Holocrystalline	هولوكرستالين: (قوام صخري كامل التبلور).

Hormite	هورمايت
Hornblend	هورنبلند
Hornfels	هورنفلس: (صخور متحولة بالحرارة).
Horst F.	فالق بارز
Humic Acids	أحماض دبالية
Humification	عملية تكون مادة عضوية
Humus	دبال
Hyabyssal	وسيطه: (صخور نارية تتكون بين السطحية والجوفية).
Hydration	تميو
Hydration Energy	طاقة التميؤ
Hydration Energy	علم التربة
Hydrogen bond	رابطة هيدروجينية
Hydrolysis	تحليل
Hydroxides	أكاسيد مائية
Hydroxides	هايدروكسيدات
Hydroxylation	تحلل الماء
(I)	
Igneous rocks	صخور نارية
Ilite	اللايت
Ilmenite	المناييت

Induration / hardness	تصلب
Inorganic Limestone	حجر جيري غير عضوي
Interaction affect	تأثير بيني
Interbedding	اكتناف طبقي
Intercrystallization	تبلور بيني
Interlayer space	الفراغ الموجود بين طبقات المعادن
Internal Process	عملية البذلة
Intrusive	صخور داخلية
Ionic bond	رابطة أيونية
Ionic radius	نصف القطر الأيوني
Isoclinal Obligue F.	طية متشابهة مائلة
Isoclinal Straight fol.	طية متشابهة قائمة
Isocline Structure F.	نظام طبقات متشابهة عديدة
Isomorphons Substitution	إحلال تماثل
Isomorphoun	تماثل في التبلور
Isomorphous cry.	بلورات متشاكلة
(J)	
Jarosite	جاروسايت
Jointing	تفصل
Joints	كسور / فواصل
kaolinite	كاولينايت

Karst	كارست
kynite	كايناييت
Lacolith	لاكولايت
Lagoon	بحيرة شاطئية
Lamine	رفائق
Land sliding	الزلاق
Land up – Lift	ارتفاع الأرض
Lands	أراضي
Landsliding	انهيار أرضي
Lapilli	لوبيات
Lateral Morin	ركامات جليدية جانبية
Laterization	عملية تكون الدبال
Layers	طبقات
Leaching	عملية القلونة
Leucite	ليوسايت معادن فلمبار
Leucratic	ليوكراتيك
Lignite	لقنايت
Limb	جناح
Limonite	ليمونايت
Line of dip	خط الميل
Liquification	إسالة
Lithic Contact	حد الانفصال الصخري

الصلب	
Lithological map	خارطة السحمة الليثولوجية
Lithology	ليثالوجي
Lithosphere	غلاف صخري
Loess	طيس
Longitudinal duns	كثبانات اشطالية
Looseness	نقنت
Looseness	نقنت - تكسر
Lopolith	لابولايت
Luster	بريق
(M)	
Mafic	ميفيك: (أي معادن أو صخور لونها قاتم).
Magnessite	مغنيزايت
Magnetic	قابلية الجذب بالمغناطيس
Magnetite	ماغنيتايت
Mantle	وشاح
Marble	رخام
Marcseite	ماركسايت
Marine	بحري
Marl	مارل
Matrix	المادة الأصلية

Mechanical	ميكانيكي: (أي أثر أو عملية ذات تأثير فيزيائي).
Mechanical erosion	تعرية ميكانيكية
Mechanical W.	تجوية ميكانيكية
Median Morin	ركامات جليدية وسطى
Meisozoic	ميزوزيك: الحقب الثاني - حقب الحياة الوسطى.
Melanocratic	ميلانوكراتيك: (أي صخور أو معادن قاتمة).
Metal failure	إخفاق فلزي
Metallic bond	رابطة فلزية
Metamorphic rocks	صخور متحولة
Metamorphism	تحول في التكوين
Microorganism	كائنات حية مجهرية
Mineral Enrichment	إثراء معدني
Mineraloids	أشباه المعادن
Minerals	معادن
Miocene	ميوسين: حقب متوسط الحداثة
Mirclorine	ميكروكلارين
Mobilization	إضافة تراكمية
Molroorganizm	كائنات حية لامجهرية
Monocline fold	طية أحادية الميل

Monoclinic	أحادي الميل
Monovalent	أحادي التكافؤ
Montmorillonite	مونت مورالونايت
Morine	جليدي
Morphological probertien	الخواص النشطة
Mosaic	تجميعي
Mount	جبال
Mud cracks	فواصل أو شقوق
Mud Stone	حجر خليبي
Mud volcanoes	براكين طينية
Muscovite	موسكوفاييت
(N)	
Nacrite	ناكر ايت
Nepheline	نيفلاين
Nervtic	يميه / مناطق
Nontronite	نولترون ايت
Normal Fault	فالق عادي
Nosean	نوسيان
(O)	
Obcidion	أوبسيديون
Octahydron	هرم ثماني الأوجه
Oligocene	أوليغوسين

Oligoclase	أوليغوكلاس
Olivine	أولفين
Opal	أوبال
Ordovinean	أوردوفيسن
Ore	خام
Orogenesis	بناء الجبال
Orthoclas	ارثوكلاس
Orthoclas	أورثوكلاس
Orthorhombic	معيني
Over Thrust fold	طية مكسورة نائمة
Oxidation	أكسدة
(P)	
Paleozoic	باليزويك
Paralithic Contact	حد الانفصال الهش
Pattern	مظهر
Peat	خث
Pedology	علم المناخ الزراعي
Pedon	مقد التربة
Pedrock	صخر الأديم
Pegmatite	بيجماتايت
Peridotite	بيردوتايت
Permeability	نفاذية

Permian	برميان
perphyritic	بورفونيك
Petrography	عمليات تكوين للتربة
Phyllosilicates	السليكات الصفائحية
Piedmont	قدم الجبل
Pigeonite	بيجونيت
Pillow structure	بنية وسادية
Pilot test	اختبار تجريبي
Pinching of Stata	استنفاق
Plaeocene	بالفوسين
Plagioclase	بلاجيوكليس
Plain	سهل
Playgorskite	باليغورسكايت
Pleistocene	بليوسين / الحقب الرابع
plinthite	بليثنايت
Pliocone	بليوسين
Plutonic rocks	صخور جوفية
Podzolization	عملية التحول
Polishing	حقلي - بري
Polishing	صقل / بري
Polymer Elements	عناصر مضاعفة الأصل
Porosity	مسامية

Precambrian	بريكمبريان
Predomment	سفع
Pumice	بومس
Pyrite	بايرايت
Pyroclastic	بيروكلاستيك
Pyroclastic cones	المخروطات البركانية الحطامية
Pyrophyllite	بيروفايلايت
Pyroxene	بيروكسين
(Q)	
Quartz	كوارتز
Quartzite	مرو
(R)	
Rain – drow erosion	تعرية قطرة المطر
Reconstruction	إعادة التكوين
Recrystalization	إعادة التبلور
Recumbent Fold	طية متشابهة مضطجعة
Reduction	اختزال
Regolith	طبقة الوشاح (الأديم الصخري)
Regolith	فتات صخري
Regression	انحسار

Rehydration	إزالة الماء
Rehydroxilation	إزالة مجموعة الهيدروكسيل
Relief	تضاريس
Replacement	استبدال
Residual	رسيديول
Restoration	استعادة
Rhyolite	رهللايت
Riebeckite	ريبكفايت
Rill erosion	تعرية الممسيل
Ripple Marks	علامات النسيم
Ripples	تموجات رملية
River Capture	أسر نهري
River Terracen	شرفات نهريّة
Rock cycle	دورة صخرية
Rock forming Minerals	المعادن المكونة للصخور
Rocks	صخور
Runoff	سيح مطري
Rutile	روتايل
(S)	
Sabkha	مبيخات
Sad duns	كتلانات رملية
Salt rocks	صخر ملحي

Sandstone	حجر رملي
Sanidine	سانيدايين
Saponite	سابونايت
Saturation	تشبع
Secondary Minerals	معادن ثانوية
Sedimentary	رسوبية
Sedimentary rocks	صخور رسوبية
Sediments	ترسيبات
Sedrite	سيدر ايت
Seils	سيول
Sepiolite	سبيولايت
Sepiolite	سبيولايت
Septal Furrown	أخاديد حاجزية
Sericite	سبري سايت
Serpentine	سرينتين
Sesert Pavement	أديم صحراوي
Shale	شيل
Sheet	صفائح
Shiled volcanoes	براكين درعية
Shist	شست
Shores	شواطئ
Sial	سيال

Sianite	سيانايت
Siderite	سيديرايت
Silimnite	سيلمانايت
Sills	سلز
Silurian	سيلوريان
Slate	إردواز
Slow Contraction	انكماش بطيء
Slow tectonic Process	العمليات التكتونية البطيئة
Smectite	سمكتايت
Sodalite	سودولايت
Soil	تربة
Soil forming Factors	العوامل التكوينية للتربة
Soil forming Minerals	المعادن المكونة للتربة
Soil Forming Process	عمليات جيولوجية
Soil Horizon	أفق التربة
Soil Parent Material	المادة الأمية للتربة
Soil Parent Material	مادة الأصل للتربة
Soil Slumping	تدهور للتربة
Sole	باطن
Solifluxion	سيلان التربة
Solum	أديم التربة
Solution	ذوبان

Specific Gravity	الكثافة النوعية
Sphene	سفين
Spit deposition	رسوبيات الألسنة للخلجان
Splash	سطحية
Splash (sheet) erosion	تعرية مسيحية
Spores	أبواغ
Spring	ينبوع ينابيع
Stability	استقرار
Stable equilibrium	اتزان مستقر
Stalactite	صواعد
Stalagmite	هوابط
Statistic bond	رابطة استاتسكية
Step Fault	فالق سلمي
Stevensite	ستيفنسايت
Stokes	جنوع
Stone	حجر
Stratification	تطبق
Stratified	متطابقة
Stratified volcanoes	براكين طبقية
Stratum	ستراتوم
Streak	مخنش
Stress	إجهاد

Strike (slip) Fault	فالق مضربي (انزلاقي)
Strike line	خط المضرب
Strike of faults	مضرب الفالق
Strike shift	إزاحة مظربية
Striped	مخريش
Structural Composition	التركيب البنائي
Structure	بناء
Subsoil	تحت التربة
Substitution	إحلال
Sulfate	سلفات
Sulphates	كبريتات
Sulphides	سولفايدس
Surficial Mantle reg.	وشاح حطامي سطحي
Swelling	انتفاخ
Swelling and Shrinking	التمدد والانكماش
Syenite	سيانايت
Symitry axes	محور التماثل
Symitry plane	مستوى التماثل
Symmetrical axes	محاور تماثل
Syncline	قعائر
Syncline Assymetrical F.	طية مقعرة غير متماثلة
Syncline Symetrical F.	طية مقعرة متماثلة

Synclitorium	نظام حداثات مقعرة
Synthesis	تخليق
(T)	
Taste	مذاق
Tectonic Mov.	حركة تكتونية
Tectonic movement	الحركة التكتونية
Tectosilicate	السليكات الإطارية
Tension joints	فواصل الشد
Terminal Morin	ركامات جليدية نهائية
Terrestrial	أرضي
Tertiary	ترياري
Test	اختبار
Tetragonal	الرباعي متوازي مستطيلات
Tetrahydron	تتراهيدرون
Texture	قوام (نسجة)
Thermal	حراري
Thermal rocks	صخور حرارية
Throw of fault	مرمى الفالق
Thrust fault	فالق معكوس
Titrahydron	هرم رباعي الأوجه
Topofactor	عامل الطوبوغرافية
Torsion	التواء

Tourmaline	تورمالين
Trace of Fault	أثر صدع
Trachy – Basalt	بازلت تراكيئي
Transfer by solution	انتقال بالذوبان
Transformation	عملية التصلب
Translocation	إزاحة محلية
Transmutation	استحالة
Transparency	الشفافية – النفاذية
Transportation	نقل
Transported	منقول
Transported Soil	تربة منقولة
Tremolite	تريمولايت
Triassic	ترياسيك / النظام الثالث للحقب الثاني
Triclinic	ثلاثي الميل
Tridymite	تريديمايت معدن سليكات فاتح
Trigonal	ثلاثي
Trioctohedral	ثلاثي الأكتاهيدرا
Twining	إتام / توأمة
Twinning Displacement	إزاحة توأمية
(U)	
Unit	وحدة

Unit cell	وحدة الخلية
(V)	
V. Bomb	قنابل بركانية
V. Dust	غبار بركاني
V. Tuff	طف بركاني
Valency	تكافؤ
Vegetation	غطاء نباتي
Ventifacts	أديم صحراوي
Vermiculite	فيرمكلايت
Vertical F.	فالق عمودي
Volcanic	بركانية
Volcanic Block	كتل بركانية
Volcanic Breccia	بريشه صدعية
Volcanic glass	زجاج بركاني
Volcanic necks	أعناق بركانية
Volcanic pipe	أنبوب بركاني
Volcano	بركان
(W)	
Walframit	ولفرمايت
Wall Under	أسفل الحائط
Wallfriction	احتكاك جداري
Warp	انعطاف - حذب

Water erosion	تعرية مائية
Water flood	إفاضة الماء
Wave height	ارتفاع الموجة
Weathering	التجوية
Weathering	تجوية
Welding	التحام
Wetness	رطوبة
Wind erosion	تعرية ريحية
Wind erosion	تعرية هوائية
(Z)	
zeolite	زيولايت
Zircon	زيركون

General GEOLOGY

المغزل
للنشر والتوزيع

عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
هاتف: +٩٦٢ ٦ ٤٦٥٧٥٥١ - فاكس: +٩٦٢ ٦ ٤٦٥٧٥٥٢
ص.ب: ٣٤ - ١٨٤ عمان ١١١١٨ الأردن
E-mail: daralmuotaz@yahoo.com

دار دجلة
ناشرون وموزعون



عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: +٩٦٢ ٦ ٤٦٤٧٥٥٠ - خلوي: +٩٦٢ ٧٩ ٥٢٦٥٧٦٧
ص.ب: ٧١٢٧٧٤ عمان ١١١٧١ - الأردن
بغداد - شارع السعدون - عمارة فاطمة
تلفاكس: +٩٦٤ ١ ٨١٧٠٧٩٢
خلوي: +٩٦٤ ٧٥٠٤٦١٦٩٨١ +٩٦٤ ٦٦٣٥٤٩٣٤٥
+٩٦٤ ٧٧٠٢١٥٢٧٥٥ +٩٦٤ ٧٩٠١٤٠٣٢٢٥

E-mail: dardjlah@yahoo.com

